

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

|   |   |  |
|---|---|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :<br><br>C07C 7/20, C07B 63/04, C07C 15/46  | A1  | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/25872<br><br>(43) Internationales<br>Veröffentlichungsdatum: 18. Juni 1998 (18.06.98) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/06651<br><br>(22) Internationales Anmeldedatum: 28. November 1997<br>(28.11.97)<br><br>(30) Prioritätsdaten: 196 51 307.3 10. Dezember 1996 (10.12.96) DE<br><br>(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): BASF AK-<br>TIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; D-67056 Ludwigshafen<br>(DE).<br><br>(72) Erfinder; und<br>(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SUTORIS, Heinz, Friedrich<br>[DE/DE]; Zellerstrasse 9b, D-67227 Frankenthal (DE).<br>UHR, Hermann [DE/DE]; Max-Beckmann-Strasse<br>22c, D-67227 Frankenthal (DE). MITULLA, Konrad<br>[DE/DE]; Zum Gutshof 26, D-67071 Ludwigshafen<br>(DE). SCHRÖDER, Jürgen [DE/DE]; Niedererdstrasse<br>20, D-67071 Ludwigshafen (DE). MERGER, Roland<br>[DE/DE]; Blumenstrasse 15, D-76669 Bad Schönborn<br>(DE). KESSEL, Knut [DE/DE]; Berliner Strasse 18,<br>D-68161 Mannheim (DE).<br><br>(74) Gemeinsamer Vertreter: BASF AKTIENGESELLSCHAFT;<br>D-67056 Ludwigshafen (DE).   | (81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AU, AZ, BG, BR, BY, CA,<br>CN, CZ, GE, HU, ID, IL, JP, KG, KR, KZ, LT, LV, MD,<br>MX, NO, NZ, PL, RO, RU, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, UA,<br>US, eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,<br>TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES,<br>FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).<br><br>Veröffentlicht<br>Mit internationalem Recherchenbericht.<br>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen<br>Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen<br>eintreffen. |  |
| (54) Title: SUBSTANCE MIXTURES CONTAINING STABILIZERS AND COMPOUNDS CONTAINING VINYL GROUPS<br>(54) Bezeichnung: STOFFMISCHUNGEN, ENTHALTEND VINYLGRUPPENHALTIGE VERBINDUNGEN UND STABILISATOREN<br>(57) Abstract<br><p>The invention concerns substance mixtures containing: (A) compounds containing vinyl groups; (B) an active amount of a mixture which inhibits premature polymerization of the compounds containing vinyl groups and contains: (i) at least one N-oxy compound of a secondary amine which does not carry any hydrogen atoms on the <math>\alpha</math>-carbon atoms; and (ii) at least one iron compound; (C) optionally nitro compounds; and (D) optionally co-stabilizers. The invention further concerns a process for inhibiting the premature polymerization of compounds (A) containing vinyl groups, and the use of mixture (B), optionally mixed with nitro compounds (C) and/or co-stabilizers (D), for inhibiting the premature polymerization of radically polymerizable compounds and for stabilizing organic materials against the harmful effect of radicals.</p><br>(57) Zusammenfassung<br><p>Stoffmischungen enthaltend (A) vinylgruppenhaltige Verbindungen, (B) eine wirksame Menge einer, die vorzeitige Polymerisation der vinylgruppenhaltigen Verbindungen inhibierende Mischung, enthaltend (i) mindestens eine N-Oxyl-Verbindung eines sekundären Amins, welches keine Wasserstoffatome an den <math>\alpha</math>-C-Atomen trägt, sowie (ii) mindestens eine Eisenverbindung, (C) gegebenenfalls Nitroverbindungen, sowie (D) gegebenenfalls Costabilisatoren, ein Verfahren zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) sowie die Verwendung von Mischung (B), gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder Costabilisatoren (D), zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von radikalisch polymerisierbaren Verbindungen und zur Stabilisierung organischer Materialien gegen die schädigende Wirkung von Radikalen.</p> |   |  |

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

|    |                              |    |                                      |    |  |    |                                   |
|----|------------------------------|----|--------------------------------------|----|--|----|-----------------------------------|
| AL | Albanien                     | ES | Spanien                              | LS | Lesotho  | SI | Slowenien                         |
| AM | Armenien                     | FI | Finnland                             | LT | Litauen  | SK | Slowakei                          |
| AT | Österreich                   | FR | Frankreich                           | LU | Luxemburg  | SN | Senegal                           |
| AU | Australien                   | GA | Gabun                                | LV | Lettland   | SZ | Swasiland                         |
| AZ | Aserbaidshan                 | GB | Vereinigtes Königreich               | MC | Monaco   | TD | Tschad                            |
| BA | Bosnien-Herzegowina          | GE | Georgien                             | MD | Republik Moldau                                    | TG | Togo                              |
| BB | Barbados                     | GH | Ghana                                | MG | Madagaskar   | TJ | Tadschikistan                     |
| BE | Belgien                      | GN | Guinea                               | MK | Die ehemalige jugoslawische<br>Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan                      |
| BF | Burkina Faso                 | GR | Griechenland                         | ML | Mali   | TR | Türkei                            |
| BG | Bulgarien                    | HU | Ungarn                               | MN | Mongolei   | TT | Trinidad und Tobago               |
| BJ | Benin                        | IE | Irland                               | MR | Mauretanien  | UA | Ukraine                           |
| BR | Brasilien                    | IL | Israel                               | MW | Malawi   | UG | Uganda                            |
| BY | Belarus                      | IS | Island                               | MX | Mexiko   | US | Vereinigte Staaten von<br>Amerika |
| CA | Kanada                       | IT | Italien                              | NE | Niger  | UZ | Usbekistan                        |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan                                | NL | Niederlande  | VN | Vietnam                           |
| CG | Kongo                        | KE | Kenia                                | NO | Norwegen   | YU | Jugoslawien                       |
| CH | Schweiz                      | KG | Kirgisistan                          | NZ | Neuseeland   | ZW | Zimbabwe                          |
| CI | Côte d'Ivoire                | KP | Demokratische Volksrepublik<br>Korea | PL | Polen  |    |                                   |
| CM | Kamerun                      | KR | Republik Korea                       | PT | Portugal   |    |                                   |
| CN | China                        | KZ | Kasachstan                           | RO | Rumänien   |    |                                   |
| CU | Kuba                         | LC | St. Lucia                            | RU | Russische Föderation                               |    |                                   |
| CZ | Tschechische Republik        | LI | Liechtenstein                        | SD | Sudan  |    |                                   |
| DE | Deutschland                  | LK | Sri Lanka                            | SE | Schweden   |    |                                   |
| DK | Dänemark                     | LR | Liberia                              | SG | Singapur   |    |                                   |
| EE | Estland                      |    |                                      |    |  |    |                                   |

Stoffmischungen, enthaltend vinylgruppenhaltige Verbindungen und Stabilisatoren

## 5 Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft Stoffmischungen, welche vinylgruppenhaltigen Verbindungen, mindestens eine Nitroxyl- sowie Eisenverbindung, gegebenenfalls noch Nitroverbindungen sowie gegebenenfalls noch weitere Costabilisatoren enthalten, ein Verfahren zur Reinigung oder Destillation von solchen Verbindungen, ohne daß deren vorzeitige Polymerisation stattfindet, sowie die Verwendung von Mischungen, welche Nitroxyl- und Eisenverbindungen sowie gegebenenfalls Nitroverbindungen und/oder Costabilisatoren enthalten, zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von vinylgruppenhaltigen Verbindungen und zur Stabilisierung organischer Materialien gegen die schädigende Wirkung von Radikalen.

Es ist bekannt, daß viele ungesättigte Verbindungen bei Temperaturerhöhung zu, in der Regel radikalisch verlaufender, Polymerisation neigen. So müssen beispielsweise vinylaromatische Verbindungen, wie Styrol oder  $\alpha$ -Methylstyrol, mit geeigneten Verbindungen stabilisiert werden, um eine vorzeitige Polymerisation bei der destillativen Reinigung der großtechnisch erhaltenen Rohprodukte zu verhindern. Üblicherweise werden dabei diese Stabilisatoren oder Polymerisationsinhibitoren den zu destillierenden Rohprodukten vor oder während dem Reinigungsschritt zugesetzt. Trotz dieser Maßnahme erhält man nach wie vor beträchtliche Anteile an Polymeren. Im Einzelfall kann, besonders auch bei Betriebsstörungen, während der Reinigung oder Destillation eine komplette Polymerisation der vorliegenden Monomeren oder Monomergemischs erfolgen. Hier resultieren durch den enormen Reinigungsaufwand und den Produktionsausfall hohe Kosten.

In den sowjetischen Patentschriften 1 027 150, 1 558 888 und 1 139 722 wird die Stabilisierung von Styrol durch Verwendung von Nitroxyl- oder Bisnitroxylverbindungen beschrieben.

4-Acylaminopiperidin-N-Oxyl-Derivate werden in der älteren deutschen Patentanmeldung 19 510 184.7 zur Stabilisierung von radikalisch polymerisierbaren Monomeren eingesetzt.

Die ältere deutsche Patentanmeldung DE 19 609 312.0 beschreibt Zusammensetzungen, welche vinylgruppenhaltige Monomere sowie mindestens eine N-Oxyl-Verbindungen eines sekundären Amins enthalten.

ten, wobei letzteres keine Wasserstoffatome an den N-gebundenen C-Atomen besitzt.

Mischungen aus vinylaromatischen Verbindungen mit sterisch gehin-  
5 derten Nitroxylverbindungen, welche durch Sauerstoffspuren akti-  
viert werden, sind in der Schrift WO 96/16921 aufgeführt.

Aus der japanischen Schrift Hei 1-165 534 sind I-Piperidyloxy-  
Derivate als Polymerisationsinhibitoren für Styrol bekannt.  
10 US-Patent 3 733 326 beschreibt die Inhibierung der Polymerisation  
von Vinylmonomeren durch Einsatz von radikalischen Precursorver-  
bindungen.

Mischungen von Nitroxyl- und Nitroverbindungen werden in der  
15 US-Patentschrift 5 254 760 und der älteren deutschen Patent-  
anmeldung 19 622 498.5 zur Stabilisierung von vinylaromatischen  
Verbindungen bzw. vinylgruppenhaltigen Monomeren während der Rei-  
nigung oder Destillation beschrieben.

20 Die Wirksamkeit der in diesen Schriften beschriebenen Stabilisa-  
toren sowie die Stabilität der additivierten Monomermischungen  
sind gut, wobei man durch den in der älteren deutschen Patent-  
anmeldung 19 622 498.5 beschriebenen höheren Anteil an Nitro-  
verbindungen auch eine verbesserte Retardierung/Wirkung erzielt.  
25 Daher wird im Falle einer Unterbrechung der Zuführung von Monome-  
ren und Stabilisierungszusatz in die Kolonne durch diese Stabili-  
satoren eine bessere zeitliche Verzögerungswirkung bis zum Ein-  
setzen massiver Polymerisationsreaktionen erreicht.

30 Da sich aber bei diesen großtechnischen Prozessen noch kleinere  
Anteile an Polymerisaten zu hohen Mengen an unerwünschten Neben-  
produkten addieren, besteht ein permanenter Bedarf nach noch wir-  
kungsvolleren Polymerisationsinhibitoren. Auch eine Reduzierung  
des Anteils an Nitroverbindungen ist im Hinblick auf eine verbes-  
35 serte Handhabbarkeit durch das Bedienpersonal sowie eine Verrin-  
gerung möglicher Umweltbelastungen wünschenswert.

Somit bestand die Aufgabe, Mischungen von vinylgruppenhaltigen  
Verbindungen zur Verfügung zu stellen, welche noch wirksamer ge-  
40 gen vorzeitige Polymerisation während der Reinigung oder Destil-  
lation stabilisiert sind.

Es wurde gefunden, daß dies bewirkt werden kann durch Stoff-  
mischungen, welche

45

(A) vinylgruppenhaltige Verbindungen,

(B) eine wirksame Menge einer, die vorzeitige Polymerisation der vinylgruppenhaltigen Verbindungen inhibierende Mischung, enthaltend,

5 (i) mindestens eine N-Oxyl-Verbindung eines sekundären Amins, welches keine Wasserstoffatome an den  $\alpha$ -C-Atome trägt, sowie

(ii) mindestens eine Eisenverbindung,

10

(C) gegebenenfalls Nitroverbindungen, sowie

(D) gegebenenfalls Costabilisatoren

15 enthält.

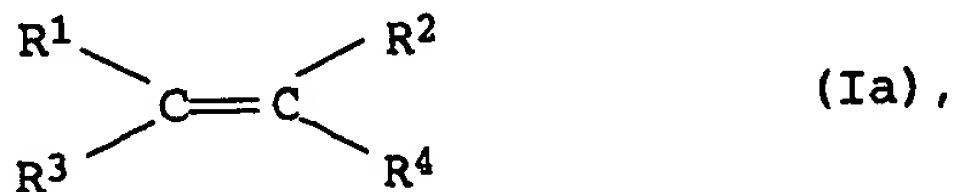
Bevorzugt sind Stoffmischungen, welche 99,9999 bis 95 Gew.-% der Komponente (i) und 1 ppm bis 5 Gew.-% der Komponente (ii), jeweils bezogen auf die Gesamtmischung (B), enthalten.

20

Besonders bevorzugt sind Stoffmischungen, welche 99,999 bis 97 Gew.-% der Komponente (i) und 10 ppm bis 3 Gew.-% der Komponente (ii), jeweils bezogen auf die Gesamtmischung (B), enthalten.

25

Bevorzugte vinylgruppenhaltige Verbindungen (A) sind solche der Formel (Ia)



30

worin bedeuten:

35  $\text{R}^1, \text{R}^2, \text{R}^3$  und  $\text{R}^4$  unabhängig voneinander jeweils Wasserstoff,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_6$ -Alkyl,  $\text{C}_2$ - $\text{C}_6$ -Alkenyl, unsubstituierte oder substituierte aromatische oder heteroaromatische Reste oder Halogen,

mit der Bedingung, daß nicht mehr als zwei dieser Reste zugleich  
40 unsubstituierte oder substituierte aromatische oder heteroaromatische Reste sind, oder  $\text{R}^1$  und  $\text{R}^2$  oder  $\text{R}^3$  und  $\text{R}^4$  bilden zusammen eine gesättigte oder ungesättigte  $\text{C}_3$ -,  $\text{C}_4$ -,  $\text{C}_5$ - oder  $\text{C}_6$ -Alkylenbrücke, in der bis zu zwei nicht benachbarte C-Atome durch N, NH,  $\text{N}(\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkyl),  $\text{N}(\text{C}_6$ - $\text{C}_{10}$ -Aryl) oder Sauerstoff ersetzt sein kön-  
45 nen.



Die C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkylreste umfassen dabei die linearen Alkylketten von Methyl über Ethyl bis zu Hexyl aber auch die entsprechenden verzweigten Reste. Ebenso kommen als C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Alkenylreste Ethenyl, Propenyl usw. bis hinauf zu Hexenyl sowie die im gesättigten Teil verzweigten Gruppen in Frage. Als aromatische oder hetero- aromatische sowohl unsubstituierte wie auch substituierte Gruppen sind beispielsweise Phenyl, Pyridyl, Alkylphenyl oder -pyridyl, wie Methylphenyl oder -pyridyl oder Ethylphenyl oder -pyridyl, Alkenylphenyl oder -pyridyl, wie Vinylphenyl oder Vinylpyridyl, Carboxyphenyl oder -pyridyl, Formylphenyl oder -pyridyl, Sulfo- phenyl oder -pyridyl, Hydroxyphenyl oder -pyridyl, Aminophenyl oder -pyridyl, Nitrophenyl oder -pyridyl aber auch Naphthyl oder mit Alkyl-, Alkenyl-, Carboxy-, Formyl-, Sulfo-, Hydroxy-, Amino- oder Nitro-Gruppen substituiertes Naphthyl zu nennen. Üblicher- weise wird als Halogenrest Fluor oder Chlor, gelegentlich auch Brom verwendet.

Werden etwa Verbindungen mit je einem aromatischen oder hetero- aromatischen Rest einerseits sowie einem C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl andererseits in Betracht gezogen, so ergeben sich, wenn die verbleibenden bei- den Reste aus R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> und R<sup>4</sup> Wasserstoff sind, exemplarisch als zuzusetzende Monomere  $\alpha$ -Methylstyrol (2-Phenyl-1-propen), die beiden  $\beta$ -Methylstyrolisomeren (cis- und trans-1-Phenyl-1-propen),  $\alpha$ -Ethylstyrol (2-Phenyl-1-buten), die beiden  $\beta$ -Ethylstyrolisomeren (cis- und trans-1-Phenyl-1-buten) bis zum  $\alpha$ -Hexylstyrol (2-Phenyl-1-octen) oder die beiden  $\beta$ -Hexylstyrolisomeren (cis- und trans-1-Phenyl-1-octen).

Analog ergeben sich unter Verwendung des Pyridyl anstelle des Phenylrestes die Verbindungen 2-Pyridyl-1-propen, cis- und trans-1-Pyridyl-1-propen, 2-Pyridyl-1-buten, cis- und trans-1-Pyridyl-1-buten bis zu 2-Phenyl-1-octen und den beiden Isomeren cis-1-Pyridyl-1-octen und trans-1-Pyridyl-1-octen. Eingeschlossen sind hier natürlich auch die Isomeren, die sich durch die Stellung des Pyridin-N-Atoms zur die Vinyl- mit der Pyridyl- gruppe verknüpfenden Bindung unterscheiden. Sind der Phenyl- oder Pyridylrest mit den oben erwähnten Gruppen substituiert, so ergeben sich Verbindungen, wie  $\alpha$ -Methylstyrolsulfonsäure (2-Sulfophenyl-1-propen),  $\alpha$ -Methylnitrostyrol (2-Nitrophenyl-1-propen),  $\alpha$ -Ethylstyrolsulfonsäure (2-Sulfophenyl-1-buten),  $\alpha$ -Ethyl-nitrostyrol (2-Nitrophenyl-1-buten), die pyridylanalogen Verbindungen oder die cis/trans-Isomeren der entsprechenden  $\beta$ -substituierten Verbindungen. Selbstverständlich sind auch hier die Isomeren eingeschlossen, die sich durch Stellung des Substituenten am Benzol- ring relativ zur Phenyl-Vinyl-Bindung oder im Falle des substi-

tuierten Pyridinrestes, durch die relative Stellung von Pyridin-N-Atom, Substituent und Pyridyl-Vinyl-Bindung zueinander ergeben.

Durch Wahl eines aromatischen oder heteroaromatischen Restes einerseits sowie eine C<sub>2</sub>-C<sub>6</sub>-Alkenylgruppe andererseits lassen sich, wenn die beiden verbleibenden Reste wiederum Wasserstoff sind, u.a. auch substituierte Butadiene als Verbindungen (A) ableiten. Eingesetzt werden können z.B. die Verbindungen 1- oder 2-Phenylbutadien, 1- oder 2-Pyridylbutadien mit dem entsprechenden cis/trans-Isomeren einerseits sowie im Falle des Pyridylrestes wiederum die Stellungsisomeren bedingt durch die relative Lage von N-Atom zu Pyridyl-Vinyl-Bindung. Auch hier können unterschiedlichste, bereits weiter oben angeführte Substituenten am aromatischen oder heteroaromatischen System auftreten.

Weiter können erfindungsgemäß auch aromatische oder heteroaromatisch substituierte Ethylene, wie Styrol, Vinylpyridin, Divinylbenzol, Nitrostyrol, Styrolsulfonsäure, Vinyltoluol sowie gegebenenfalls - deren Isomere eingesetzt werden.

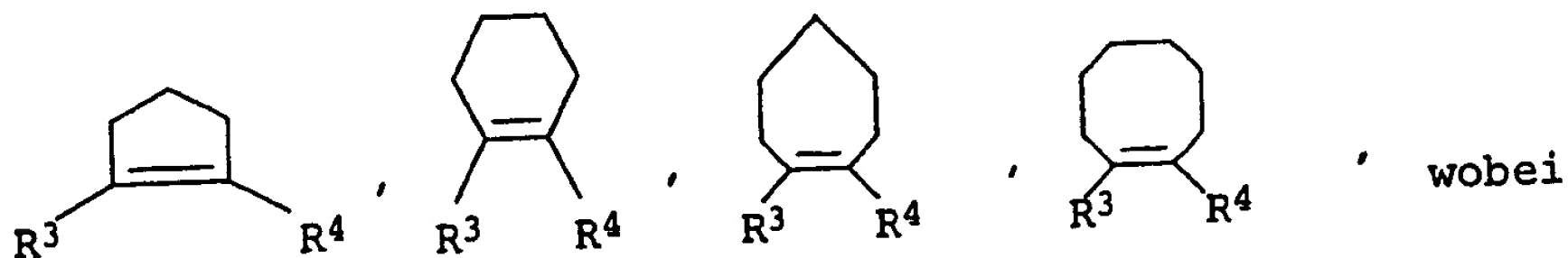
Gemäß Formel (Ia) sind bei diesen monosubstituierten Ethylenen drei der Reste R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, Wasserstoff und nur eine aromatische oder heteroaromatische gegebenenfalls substituierte Gruppe, d.h. in entsprechender Reihenfolge Phenyl, Pyridyl, Vinylphenyl, Nitrophenyl, Sulfophenyl und Methylphenyl. Falls gewünscht, können auch disubstituierte Ethylene, in welchen zwei oder vier Reste R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> Wasserstoff und die übrigen Reste aromatische oder heteroaromatische Gruppen sind, eingesetzt werden. Üblicherweise sind dies symmetrisch substituierte Stilbene, wie 4,4'-Diaminostilben, 4,4'-Dinitrostilben, 4,4'-Dinitrostilben-2,2'-disulfonsäure, 4,4'-Diaminostilben-2,2'-disulfonsäure (Flavonsäure) oder deren cis- oder trans-Isomere. Natürlich kann man auch diejenigen Isomeren einsetzen, welche sich hinsichtlich der Stellung des Substituenten oder der Substituenten im aromatischen oder heteroaromatischen System relativ zur Vinylgruppe voneinander unterscheiden. Gemäß Formel (Ia) sind in diesen Stilbenen zwei der Reste R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup> Wasserstoff und die verbleibenden, nicht vicinal angeordneten Reste, welche in diesem Fall auch identisch sind, in entsprechender Abfolge Amino-phenyl, Nitrophenyl, Nitrosulfophenyl und Aminosulfophenyl.

Halogenhaltige Verbindungen, wie Vinylchlorid, Vinylidenchlorid, Vinylfluorid, Vinylbromid sowie Chloropren (2-Chlor-1,3-butadien) können ebenfalls in den beanspruchten Mischungen eingesetzt werden.

6

Bilden  $R^1$  und  $R^2$  oder  $R^3$  und  $R^4$  zusammen eine gesättigte oder ungesättigte  $C_3$ -,  $C_4$ -,  $C_5$ - oder  $C_6$ -Alkylenbrücke, so resultieren beispielsweise  $R^3$ ,  $R^4$ -substituierte (oder natürlich völlig äquivalent dazu  $R^1$ ,  $R^2$ -substituierte) Ringsysteme wie

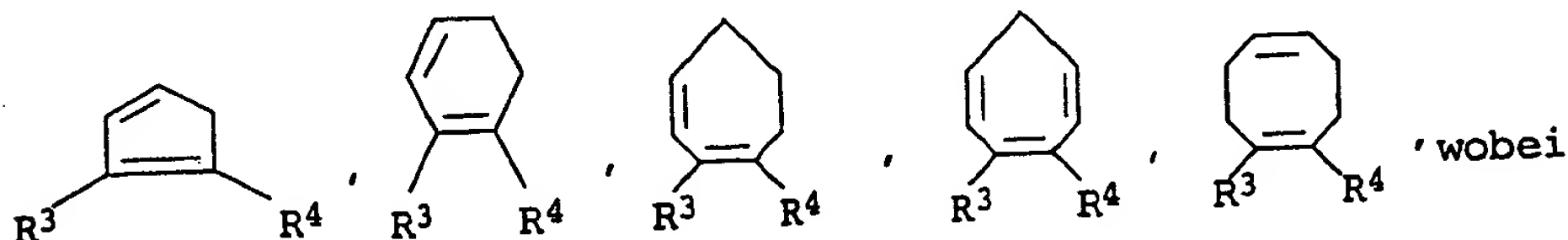
5



10

$R^3$  und  $R^4$  unabhängig voneinander vorzugsweise Wasserstoff oder  $C_1$ - $C_6$ -Alkyl bedeuten und als besonders bevorzugte Alkylreste Methyl oder Ethyl eingesetzt werden. Weiter können diese Ringsysteme in der Alkylenbrücke zusätzlich ungesättigt sein. Dabei resultieren Ringsysteme wie z.B.

20



natürlich auch die isomeren Verbindungen eingeschlossen sein sollen, die sich hinsichtlich der Stellung der Doppelbindungen zueinander voneinander unterscheiden.

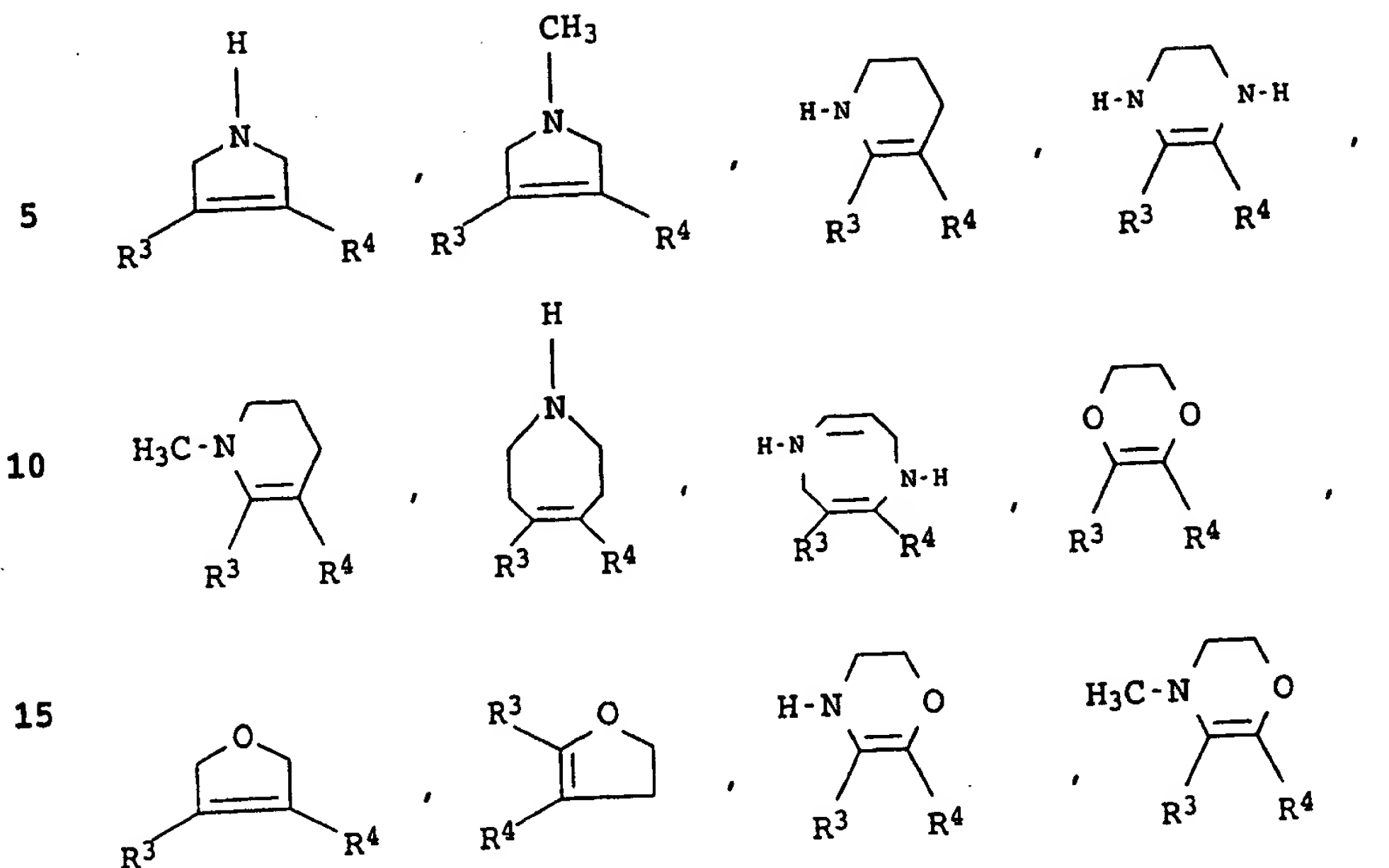
Weiter können in diesen Ringsystemen bis zu zwei nicht benachbarten C-Atome durch N, NH,  $N(C_1-C_4\text{-Alkyl})$ ,  $N(C_6-C_{10}\text{-Aryl})$  oder Sauerstoff ersetzt sein.

Es ergeben sich exemplarisch die folgenden Ringsystemen, wobei natürlich auch hier die dazu isomeren Verbindungen mit eingeschlossen sein sollen, die sich durch die relative Stellung des Heteroatoms/der Heteroatome zur Doppelbindung/den Doppelbindungen ergeben:

40

45

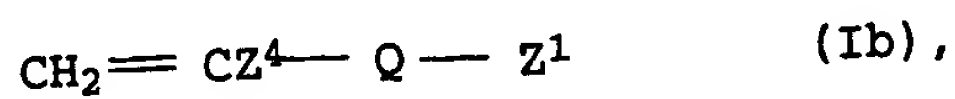




Bevorzugte Reste in den N(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl)-Gruppen sind Methyl und Ethyl, in den N(C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>-Aryl)-Gruppen Phenyl, p-Tolyl und Mesityl.

Selbstverständlich können nicht nur die vinylgruppenhaltigen Verbindungen in Mischung mit ihren Isomeren eingesetzt werden, sondern auch in Mischungen untereinander, wie sie z.B. bei deren Herstellung im Rohprodukt anfallen.

Weiterhin bevorzugte vinylgruppenhaltige Verbindungen (A) sind solche der Formel (Ib)



wobei

35

Q eine chemische Einfachbindung, Sauerstoff oder eine Gruppe -NZ<sup>2</sup>-,

40

Z<sup>1</sup>  $\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ -\text{C}-\text{Z}^3 \end{array}$  oder -Z<sup>3</sup>,

Z<sup>2</sup> Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl oder gemeinsam mit Z<sup>3</sup> eine gesättigte oder ungesättigte C<sub>3</sub>-, C<sub>4</sub>- oder C<sub>5</sub>-Alkylenbrücke, in der bis zu zwei nicht benachbarte C-Atome durch N, NH, N(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl), N(C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>-Aryl) oder Sauerstoff ersetzt sein können,

45

5  $Z^3$  Wasserstoff, Hydroxy, Cyano,  $C_1$ - $C_8$ -Alkoxy,  $C_1$ - $C_8$ -Alkyl oder einen Rest, der zusammen mit  $Z^2$  eine gesättigte oder ungesättigte  $C_3$ -,  $C_4$ - oder  $C_5$ -Alkylenbrücke, in der bis zu zwei nicht benachbarte C-Atome N, NH,  $N(C_1$ - $C_4$ -Alkyl),  $N(C_6$ - $C_{10}$ -Aryl) oder Sauerstoff und bis zu zwei Gruppen CH durch N ersetzt sein können, und

$Z^4$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_4$ -Alkyl

10 bedeuten.

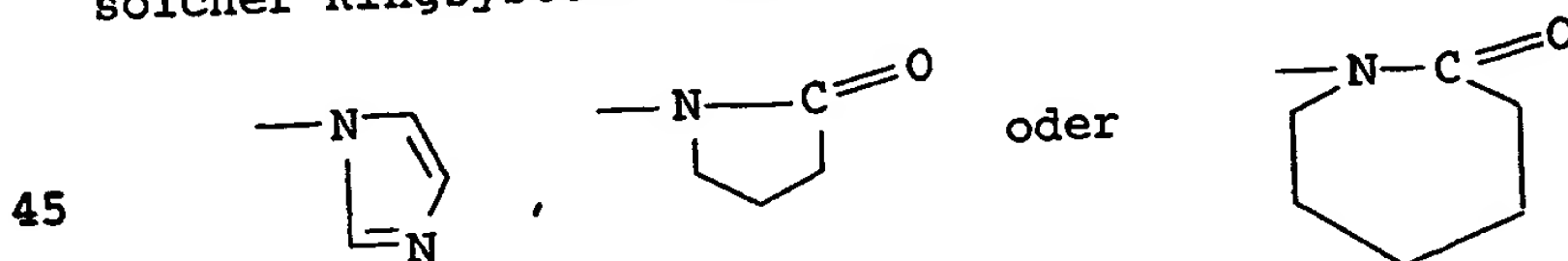
Bezeichnet in Formel Ib Q eine chemische Einfachbindung, so ist die Gruppe  $Z^1$  entweder ein Radial-CO- $Z^3$  oder die Gruppe  $Z^3$  alleine. Als Reste  $Z^3$  kommen hier im ersten Fall besonders Hydroxy sowie  $C_1$ - $C_8$ -Alkoxy wie beispielsweise Methoxy, Ethoxy, Propoxy, t-Butoxy oder n-Butoxy aber auch 2-Ethyl-hexoxy, im letzteren Fall Cyano in Frage.

20  $Z^4$  bezeichnet Wasserstoff oder  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppen, wobei Wasserstoff und Methyl bevorzugte Reste darstellen. Es ergeben sich daher als bevorzugte Verbindungen (A) der Formel Ib in den erfindungsgemäßen Zusammensetzungen Acrylsäure, Methacrylsäure, die entsprechenden Methyl-, Ethyl-, Propyl-, t-Butyl-, n-Butyl- und 2-Ethylhexylester sowie Acrylsäurenitril und Methacrylsäure-25 nitril.

Weiter können die Verbindungen (A) der Formel Ib, die in den erfindungsgemäßen Gemischen enthalten sind, als Variable Q Sauerstoff enthalten. Unter diesen Verbindungen sind bevorzugt die 30 Vinylester, worin die Gruppe  $Z^1$  dem Radikal -CO- $Z^3$  entspricht, sowie die Vinylether, worin die Gruppe  $Z^1$  identisch mit der Gruppe  $Z^3$  ist und in welchen  $Z^3$  vorzugsweise eine  $C_1$ - $C_8$ -Alkylgruppe, wie z.B. Methyl, Ethyl, n-Propyl, iso-Propyl, n-Butyl, iso-Butyl, sec-Butyl, tert-Butyl oder 2-Ethylhexyl ist.

35 Ist die Variable Q eine Gruppe - $NZ^2$ -, so ist  $Z^1$  vorzugsweise eine Gruppe -CO- $Z^3$ .

Als Reste  $Z^3$  kommen neben den bereits erwähnten auch solche Reste 40 in Betracht, die zusammen mit der Gruppe - $NZ^2$ - einen gesättigten oder ungesättigten 5- bis 7-gliedrigen Ring bilden. Beispiele solcher Ringsysteme sind:



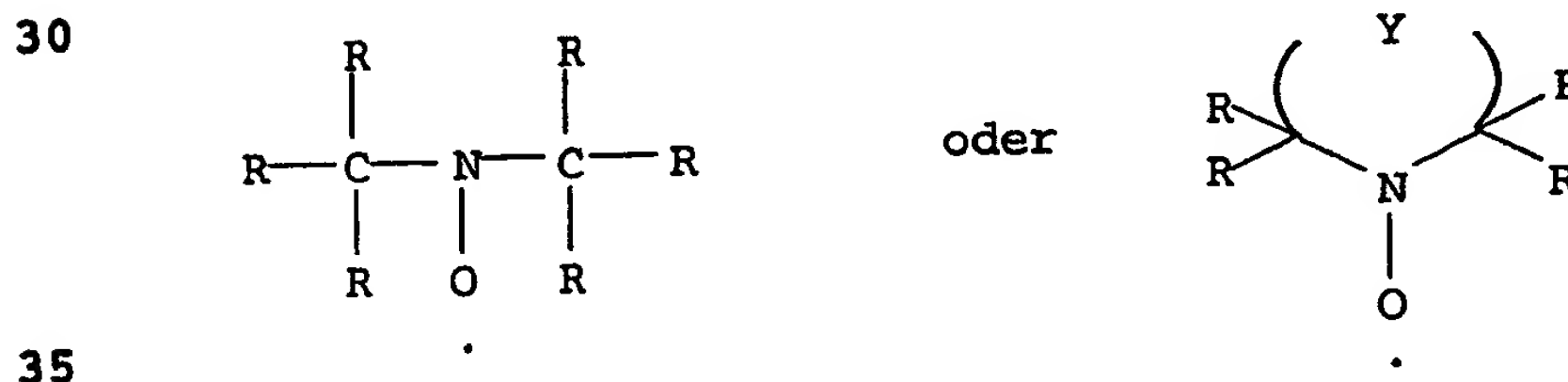
darunter besonders der N-Pyrrolidinonyl- und der N-Caprolactamylrest.

Die in den Resten N(C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>-Aryl) der Gruppen Z<sup>2</sup> und Z<sup>3</sup> angeführten C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>-Aryle umfassen bevorzugt Phenylgruppen, welche mit einem oder mehreren C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl substituiert sein können. Im Falle des Vorliegens von zwei oder mehr Substituenten soll die Summe ihrer C-Atome nicht mehr als vier betragen. Beispielhafte Substitutionsmuster am Benzolring sind etwa drei Methylgruppen, eine Methyl- und eine Propylgruppe oder auch nur eine t-Butylgruppe. Weitere Beispiele für C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylreste, die auch in den Resten N(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl) der Gruppen Z<sup>2</sup> und Z<sup>3</sup> anwesend sein können, wurden bereits oben genannt. Als C<sub>10</sub>-Aryl kommt weiterhin auch ein Naphthylrest in Frage.

Bevorzugte Verbindungen (A) in den erfindungsgemäßen Stoffmischungen sind N-Vinylformamid, N-Vinyl-2-pyrrolidon, N-Vinyl-ε-caprolactam, Acrylsäure, Vinylacetat, Acrylnitril, Methylacrylat, n-Butylacrylat sowie die oben genannten C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>-Alkylvinylether.

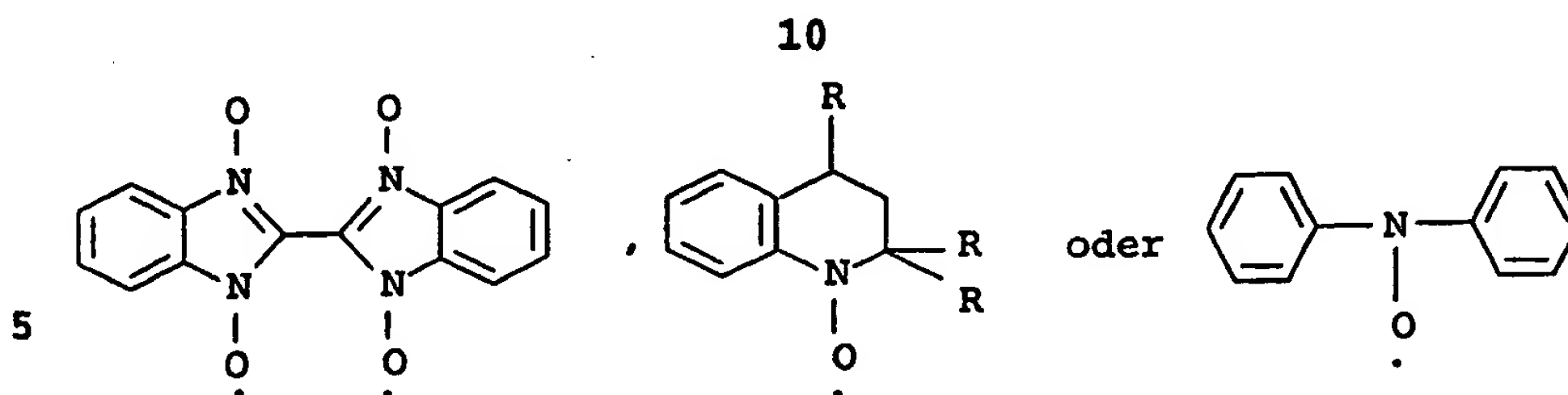
Als Komponente (i) der Mischung (B) enthalten die erfindungsgemäßen Stoffmischungen mindestens eine N-Oxyl-Verbindung eines sekundären Amins, welches keine Wasserstoffatome an den α-C-Atomen trägt. Diese Verbindungen können als freie Verbindungen oder in Form ihrer Salze vorliegen.

Geeignete N-Oxyle von Aminen sind z.B. die folgenden Strukturen



wobei R gleiche oder verschiedene Alkyl-, Cycloalkyl-, Aralkyl- oder Arylreste, die auch paarweise zu einem Ringsystem verbunden sein können, und Y eine Gruppe, die erforderlich ist, um einen 5- oder 6-gliedrigen Ring zu vervollständigen, bedeuten. Beispielsweise steht R für einen C<sub>1</sub>-C<sub>20</sub>-, insbesondere C<sub>1</sub>-C<sub>8</sub>-Alkylrest, einen C<sub>5</sub>- oder C<sub>6</sub>-Cycloalkylrest, einen Benzylrest oder einen Phenylrest. Y ist beispielsweise eine Alkylengruppe -(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>- oder -(CH<sub>2</sub>)<sub>3</sub>-.

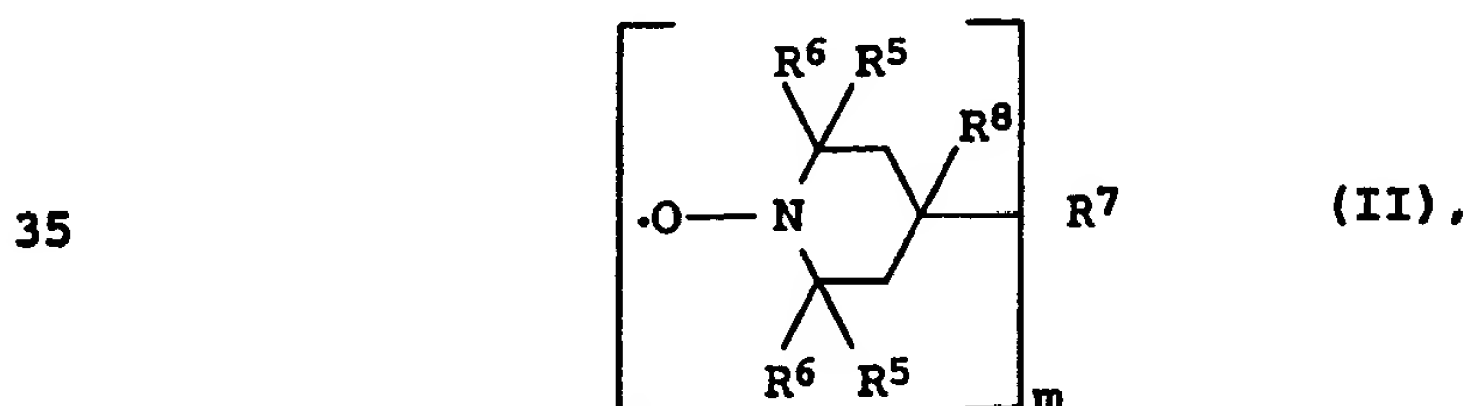
Weiterhin kommen auch N-Oxylverbindungen wie die folgenden Strukturen in Betracht



wobei die aromatischen Ringe jeweils noch 1 bis 3 inerte Substituenten tragen können, wie z.B. C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkoxy oder  
10 Cyano.

Vorzugsweise werden sterisch gehinderte Aminderivate von cyclischen Aminen eingesetzt, z.B. von Piperidin- oder Pyrrolidinverbindungen, die im Ring ein weiteres Heteroatom wie Stickstoff,  
15 Sauerstoff oder Schwefel enthalten können, wobei dieses Heteroatom nicht in Nachbarstellung zum gehinderten Aminstickstoff steht. Die sterische Hinderung ist durch Substituenten in beiden Nachbarstellungen zum Aminstickstoff gegeben, wobei als Substituenten Kohlenwasserstoffreste in Betracht kommen, die alle  
20 4 Wasserstoffatome der α-CH<sub>2</sub>-Gruppen ersetzen. Beispielsweise seien als Substituenten Phenyl, C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>-Cycloalkyl, Benzyl und insbesondere C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkylreste genannt, wobei die an demselben α-C-Atom gebundenen Alkylreste auch untereinander zu einem 5- oder 6-Ring verbunden sein können. Besonders bevorzugt sind die  
25 unter R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup> nachfolgend aufgeführten Reste. Vorzugsweise werden als N-Oxyle sterisch gehinderter Amine Derivate des 2,2,6,6-Tetraalkylpiperidins eingesetzt.

Bevorzugte N-Oxyl-Verbindungen in den erfindungsgemäßen Stoffmischungen sind solche der allgemeinen Formel (II)  
30

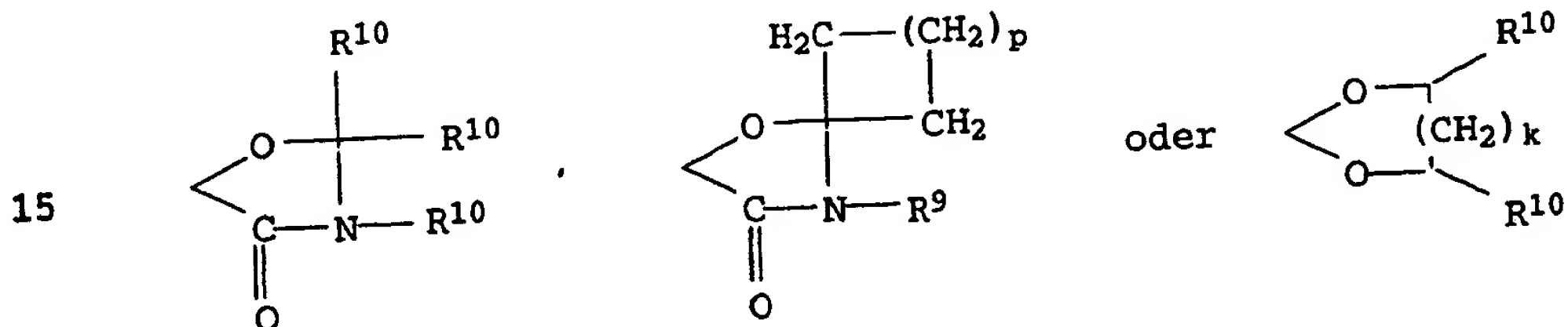


40 wobei

R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> unabhängig voneinander jeweils C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl, Phenyl oder gemeinsam mit dem C-Atom, an das sie gebunden sind, einen 5- oder 6-gliedrigen gesättigten Kohlenwasserstoffring,  
45

5  $R^7$  Wasserstoff, Hydroxy, Amino,  $SO_3H$ ,  $SO_3M$ ,  $PO_3H_2$ ,  $PO_3HM$ ,  $PO_3M_2$ , siliciumorganische Reste oder einen m-wertigen über Sauerstoff oder Stickstoff gebundenen organischen oder siliciumorganischen Rest oder zusammen mit  $R^8$  Sauerstoff oder eine unter  $R^8$  definierte Ringstruktur, wobei M für ein Alkalimetall steht,

10  $R^8$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl,  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkoxy oder zusammen mit  $R^7$  Sauerstoff oder zusammen mit  $R^7$  und dem C-Atom, an das sie gebunden sind, folgende Ringstrukturen



20 wobei für die Fälle, in denen  $R^7$  mit  $R^8$  einen gemeinsamen Rest bildet,  $m = 1$  ist,

$R^9$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl oder  $-(CH_2)_z-COOR^{10}$ ,

25  $R^{10}$  gleiches oder verschiedenes  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,

$k$  0 oder 1,

$z$  und  $p$  unabhängig voneinander jeweils 1 bis 12 und

30

$m$  1 bis 100

bedeuten.

35  $R^5$  und  $R^6$  können  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppen, wie Methyl, Ethyl, n-Propyl, iso-Propyl, n-Butyl, iso-Butyl, sec-Butyl oder tert.-Butyl sein oder sie können zusammen eine Tetra- oder Pentamethylengruppe bilden. Vorzugsweise sind  $R^5$  und  $R^6$  Methylgruppen.

40 Als  $R^8$  kommen beispielsweise Wasserstoff, die oben genannten  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppen sowie Pentyl, sec.-Pentyl, tert.-Pentyl, Neopentyl, 2,3-Dimethyl-but-2-yl, Hexyl, 2-Methylpentyl, Heptyl, 2-Methylhexyl, 2-Ethylhexyl, Octyl, Isooctyl, 2-Ethylhexyl, Nonyl, 2-Methylnonyl, Isononyl, 2-Methyloctyl, Decyl, Isodecyl, 45 2-Methylnonyl, Undecyl, Isoundecyl, Dodecyl und Isododecyl, (die Bezeichnungen Isooctyl, Isononyl und Isodecyl sind Trivialbezeichnungen und stammen von den nach der Oxosynthese erhaltenen



Carbonylverbindungen ab; vgl. dazu Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 5th Edition, Vol. A1. Seiten 290-293, sowie Vol. A10, Seiten 284 und 285) sowie die sich davon ableitenden Alkoxyreste in Betracht.

5

p ist bevorzugt 6 bis 12, besonders bevorzugt 9.

z ist bevorzugt 1 bis 4, besonders bevorzugt 2.

10 Als  $R^9$  kommen neben Wasserstoff beispielsweise die oben angegebenen  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkylgruppen in Betracht. Bevorzugt steht  $R^9$  für Wasserstoff,  $C_1$ - $C_4$ -Alkyl oder  $(CH_2)_z-COO(C_1-C_6\text{-Alkyl})$ , besonders bevorzugt für die Reste  $-CH_2-CH_2-COO(CH_2)_{11}-CH_3$  und  $-CH_2-CH_2-COO(CH_2)_{13}-CH_3$ .

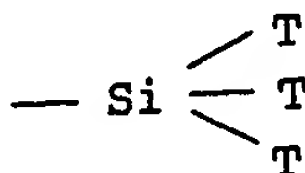
15

$R^{10}$  kann beispielsweise eine der oben genannten  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkylgruppen oder Tridecyl, Isotridecyl, Tetradecyl, Pentadecyl, Hexadecyl, Heptadecyl oder Octadecyl sein. Bevorzugt sind Dodecyl und Hexadecyl.

20

Bevorzugte einwertige Reste  $R^7$  sind Wasserstoff, die bereits oben erwähnten  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppen sowie siliciumorganische Reste der Formel

25

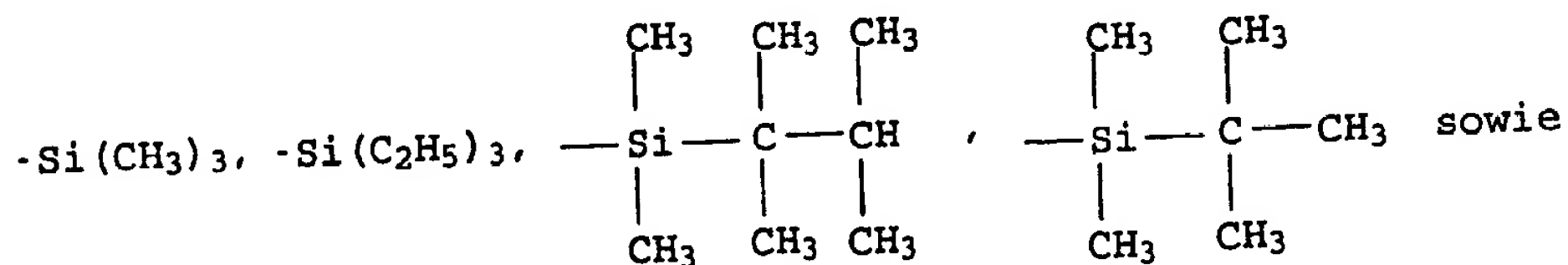


wobei die Gruppen T gleich oder verschieden voneinander sein können und  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl oder Phenyl bedeuten.

30

Beispiele solcher siliciumorganischer Reste sind

35



40

Als Alkalimetalle M in den Gruppen  $-SO_3M$ ,  $-PO_3HM$  und  $-PO_3M_2$  werden bevorzugt Li, Na und K eingesetzt.

45

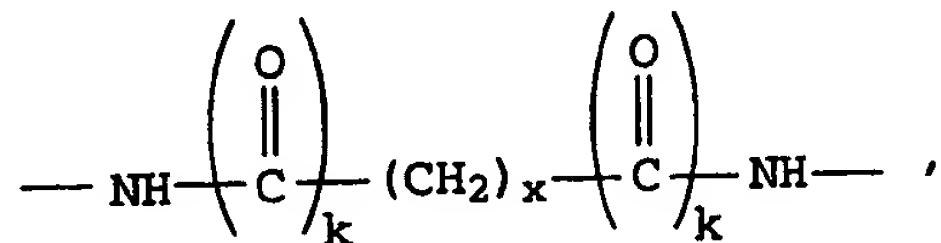
## 13

Bevorzugte einwertige, über Sauerstoff Gruppen  $R^7$  sind Hydroxy und  $C_1$ - $C_4$ -Alkoxygruppen wie beispielsweise Methoxy, Ethoxy, Propoxy und t-Butoxy, aber auch die sich aus den obigen siliciumorganischen Resten ableitenden Siloxanreste.

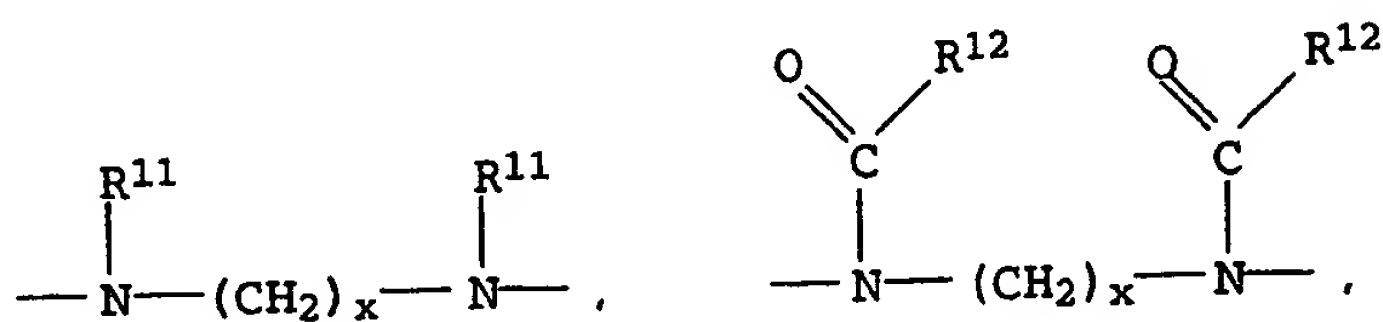
5

Bevorzugte m-wertige Reste  $R^7$  sind beispielsweise die folgenden Reste

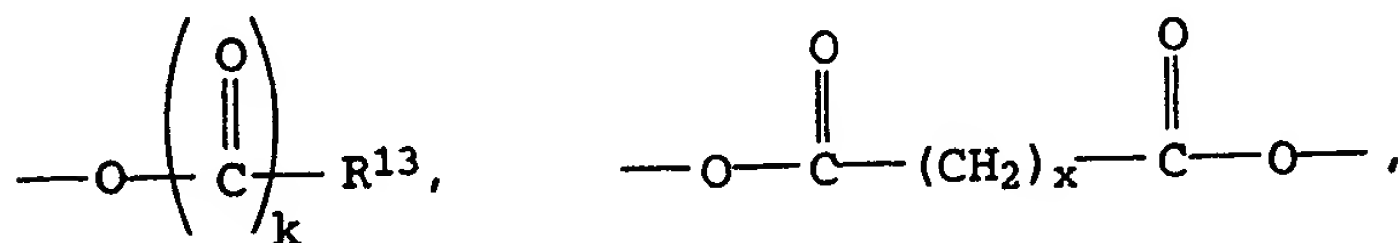
10



15



20



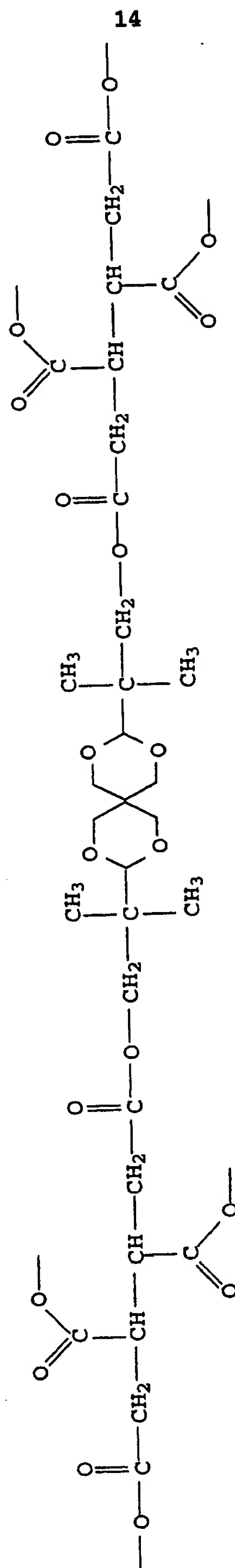
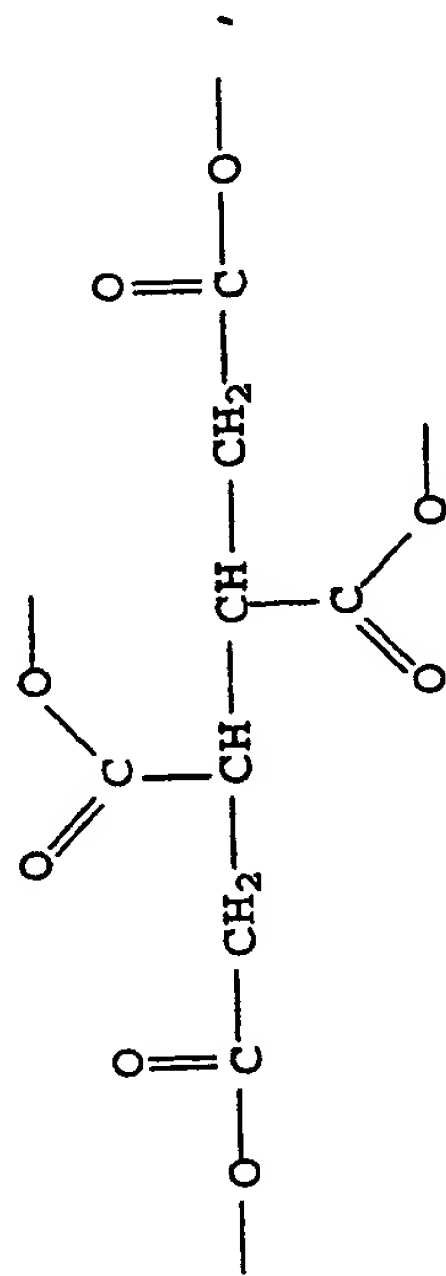
25

30

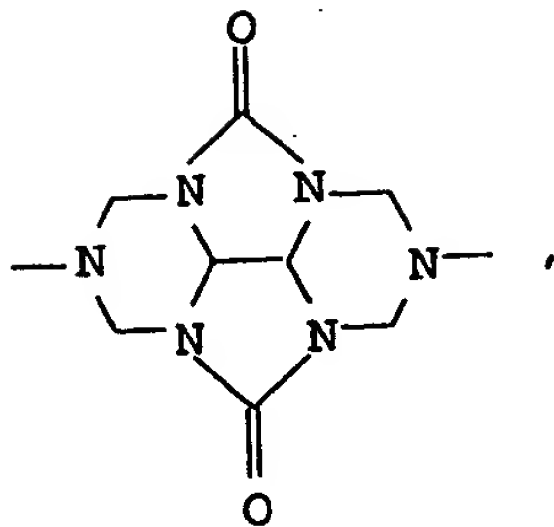
35

40

45

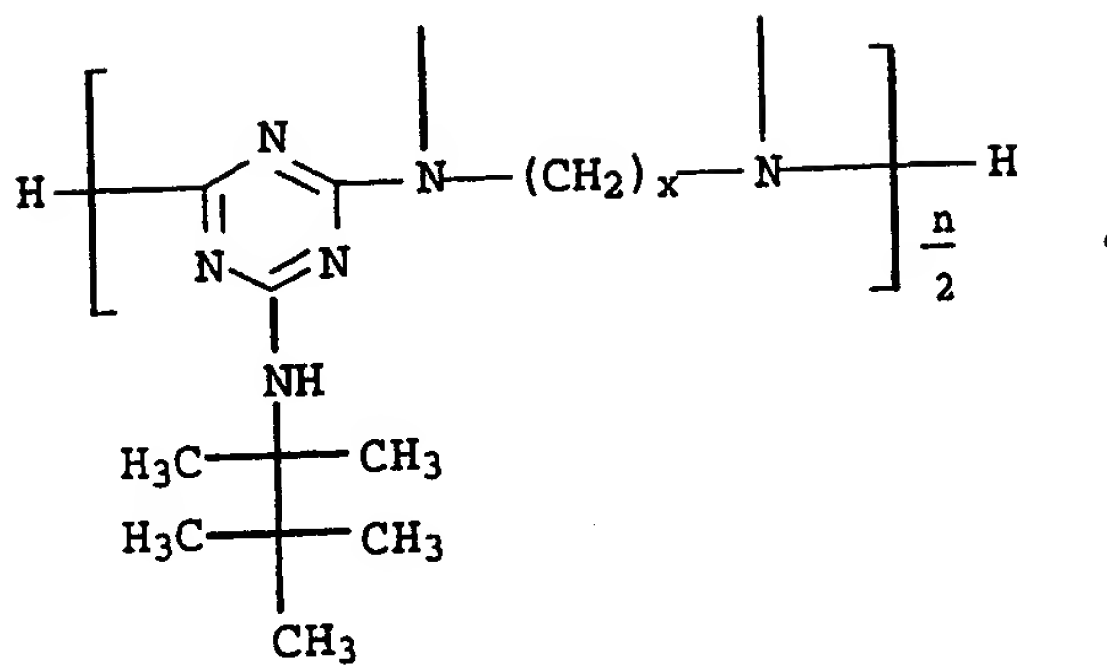


5



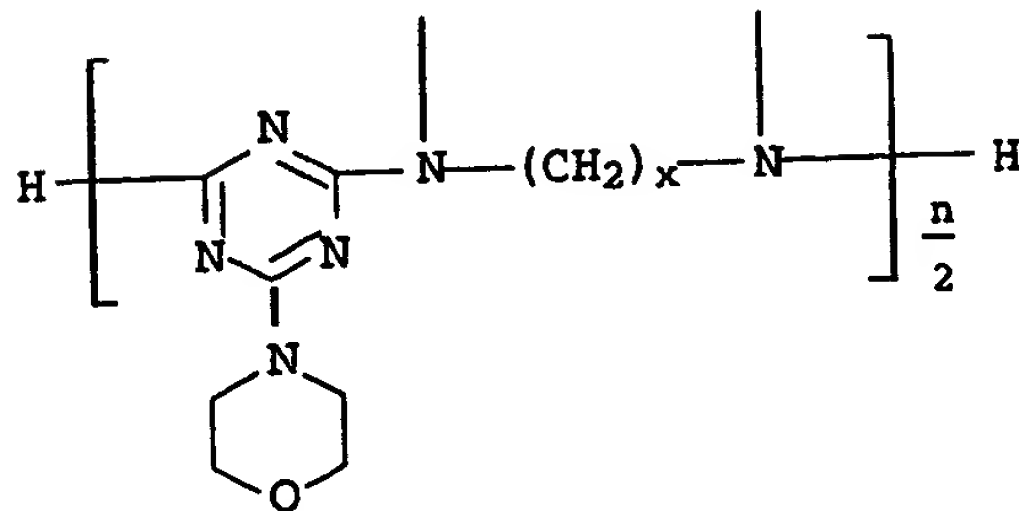
10

15



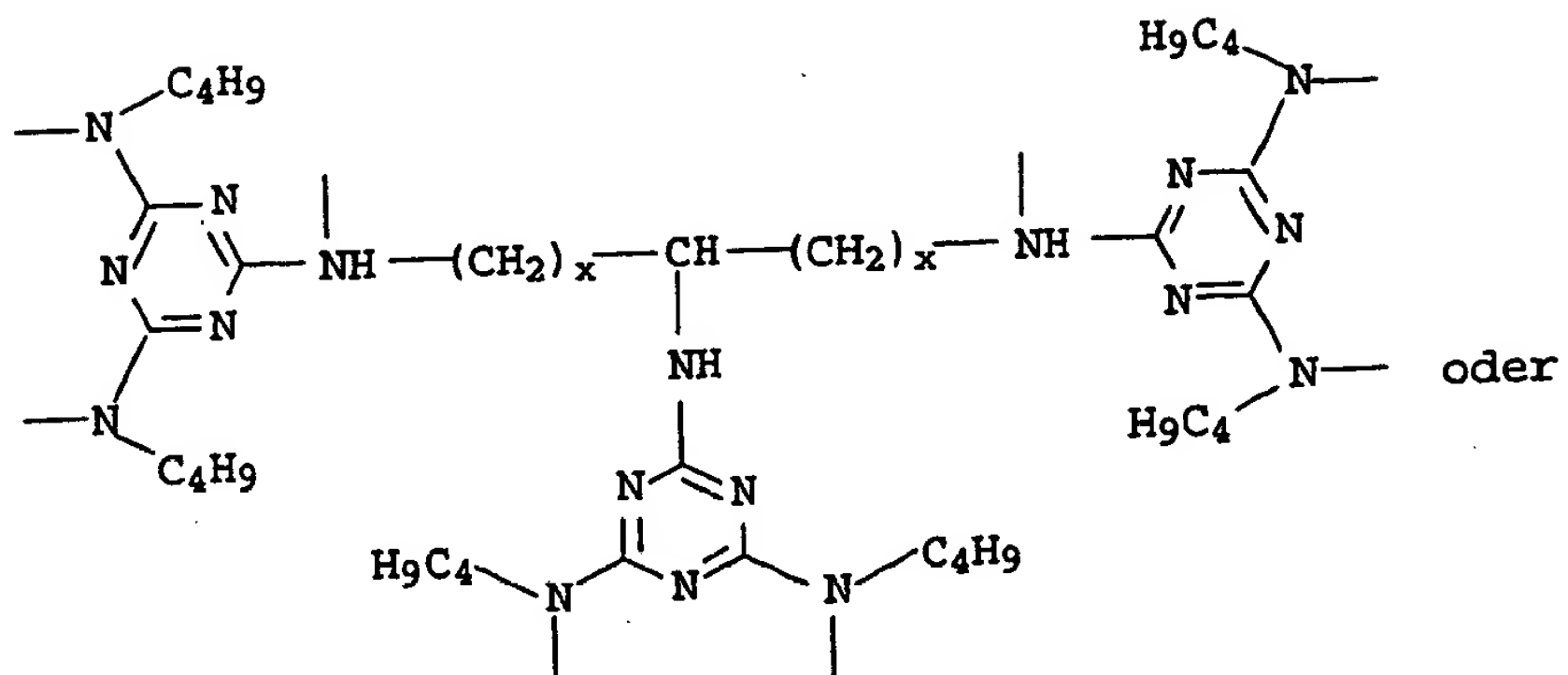
20

25

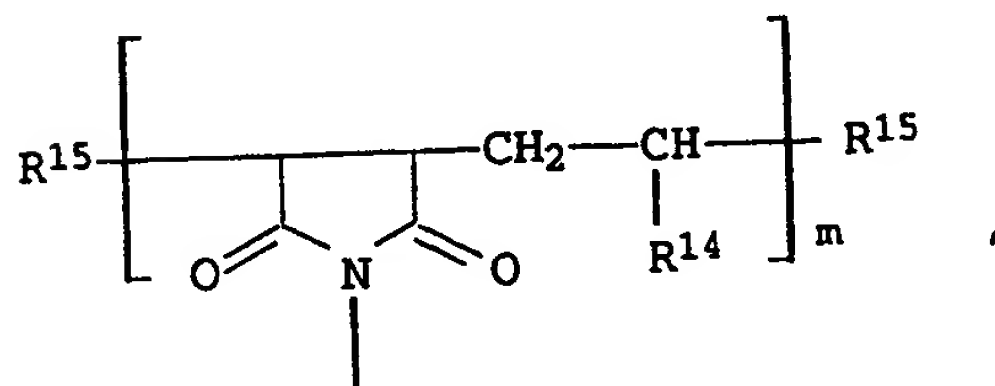


30

35



40



45

wobei

$R^{11}$   $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl oder  $-(CH_2)_z-COOR^{10}$

5  $R^{12}$  Wasserstoff oder  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,

$R^{13}$   $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl, Vinyl oder Isopropenyl,

$R^{14}$   $C_8$ - $C_{22}$ -Alkyl,

10

$R^{15}$  Wasserstoff oder einen organischen Rest, wie er bei der radikalischen Polymerisation der Ausgangsverbindungen üblicherweise entsteht,

15  $k$  0 oder 1,

$x$  1 bis 12 und

$n$  eine gerade Zahl  $m$

20

bedeuten.

Ist  $R^7$  einer dieser Reste, so ist  $R^8$  bevorzugt Wasserstoff. Die Variable  $m$  kann dabei 1 bis 100 bedeuten. Bevorzugt ist  $m$  1, 2, 3, 4  
25 oder eine Zahl von 10 bis 50, wobei besonders bei den oligomeren oder polymeren Resten  $R^7$  in der Regel Gemische eingesetzt werden.

Als  $R^{11}$  kommen die gleichen Reste in Betracht, wie sie für  $R^9$  genannt sind. Bevorzugt steht  $R^{11}$  für  $C_1$ - $C_4$ -Alkyl.

30

Als  $R^{12}$  kommen neben Wasserstoff die gleichen Reste in Betracht, wie sie für  $R^{10}$  genannt worden sind. Bevorzugt steht  $R^{12}$  für Wasserstoff.

35 Als  $R^{13}$  kommen besonders Vinyl, Isopropenyl, Methyl, Ethyl, Propyl, *i*-Propyl, *t*-Butyl oder  $C_{15}$ - $C_{17}$ -Alkylreste in Betracht.

Als  $R^{14}$  kommen beispielsweise die oben genannten  $C_8$ - $C_{18}$ -Alkylreste sowie Nonadecyl, Eicosyl, Uneicosyl und Docicosyl in Betracht.

40 Dabei sind Mischungen verschiedener Reste  $R^{14}$ , die sich in der Länge der Kohlenstoffkette unterscheiden, bevorzugt.

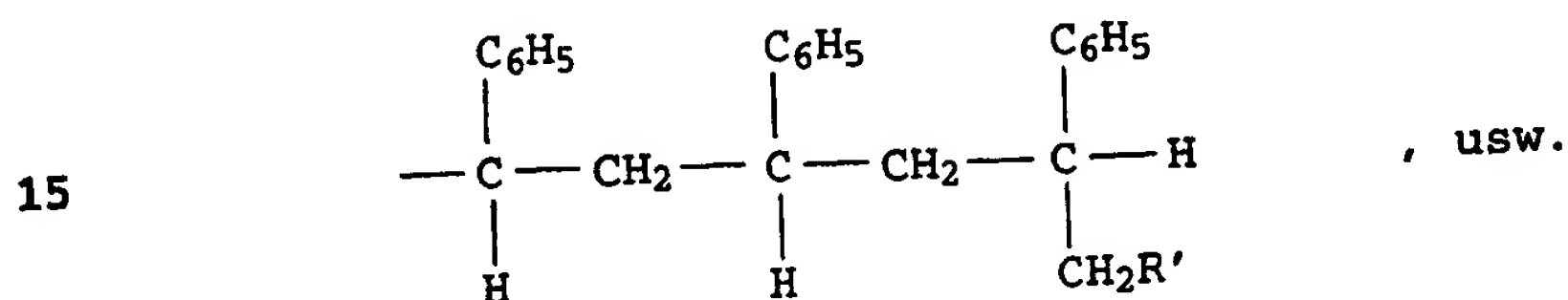
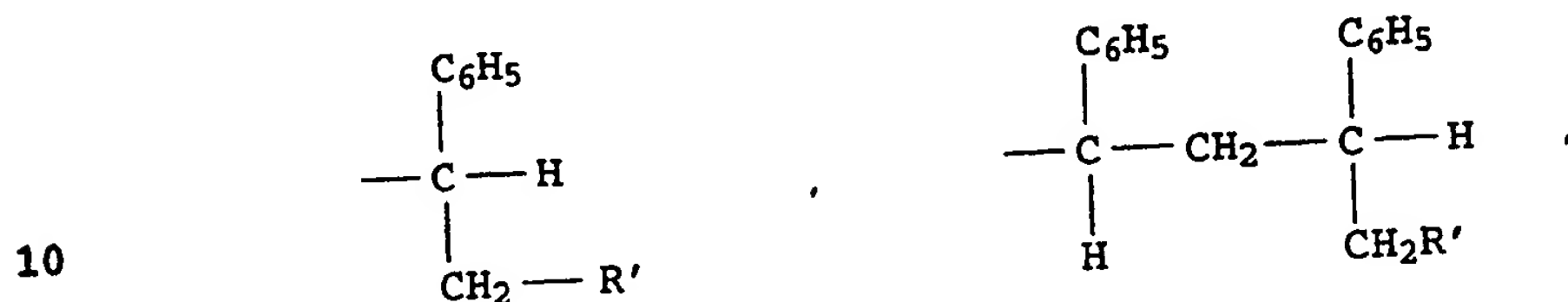
Die Reste  $R^{15}$  sind Wasserstoff oder organische Reste, wie sie bei der radikalischen Polymerisation der Ausgangsverbindungen entstehen, also z.B. ein Rest, der aus dem Polymerisationsinitiator  
45



17

oder aus einem intermediär aufgetretenen Radikal entsteht oder ein anderer derartiger Rest, wie er dem Fachmann geläufig ist.

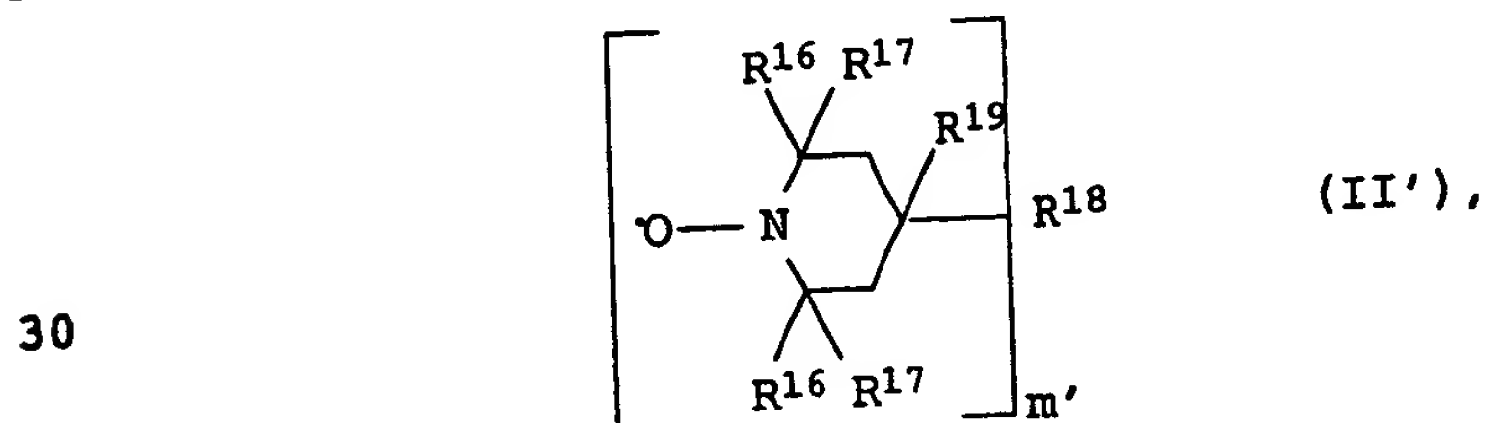
Solche Reste  $R^{15}$  können, im Falle der Ausgangsverbindung Styrol, 5 beispielsweise sein



wobei  $R'$  für ein beliebiges, die Polymerisation des Styrols -  
20 oder im allgemeinen Fall der Verbindungen (A) - startendes Primärradikal steht.

Weiter können auch Nitroxylverbindungen der Formel (II') eingesetzt werden

25



wobei bedeuten

35

$R^{16}$  und  $R^{17}$  unabhängig voneinander jeweils  $\text{C}_1$ - $\text{C}_4$ -Alkyl, Phenyl oder gemeinsam mit dem C-Atom, an das sie gebunden sind, einen 5- oder 6-gliedrigen gesättigten Kohlenwasserstoffring,

40

$R^{18}$  ein  $m'$ -wertiger über Kohlenstoff, Sauerstoff oder Stickstoff gebundener Rest,

45

$R^{19}$  Wasserstoff,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{12}$ -Alkyl,  $\text{C}_1$ - $\text{C}_{12}$ -Alkoxy oder zusammen mit  $R^{18}$  ein über Kohlenstoff oder Stickstoff durch eine chemische Doppelbindung an das diese Gruppen tragende C-Atom gebundener  $m'$ -wertiger Rest oder zusammen mit  $R^{18}$  und dem

diese Gruppen tragenden C-Atom einen gesättigten isocyclischen oder heterocyclischen 3- bis 7-gliedrigen Ring,

5 m' 1, 2 oder 3.

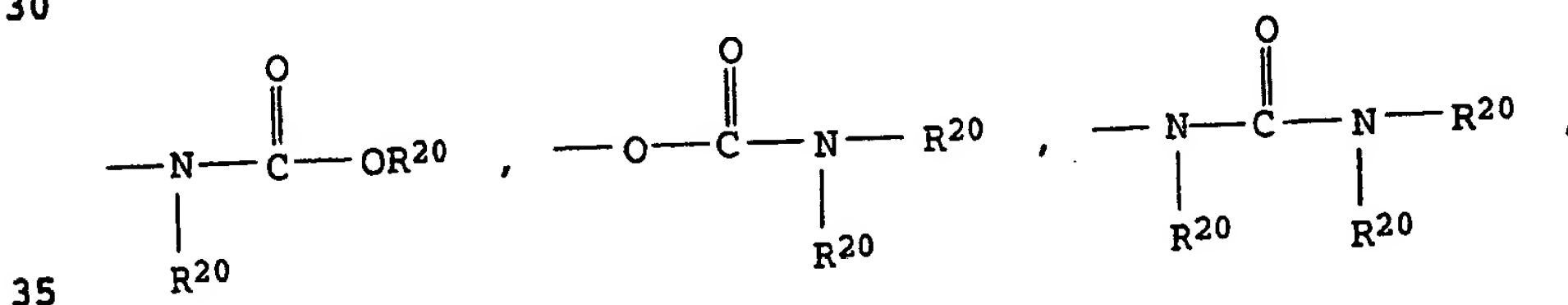
Im Falle, daß R<sup>18</sup> und R<sup>19</sup> zusammen einen über Kohlenstoff oder Stickstoff durch eine chemische Doppelbindung angebondenen m'-wertigen Rest darstellen, soll durch die Werte 1, 2 oder 3 der 10 Variablen m' impliziert werden, daß selbstverständlich 1, 2 oder 3 der in Formel (II') gezeigten Piperidinyllringe jeweils über eine Doppelbindung an den m'-wertigen Rest angebunden sind.

Die Auswahl für die Reste R<sup>16</sup> und R<sup>17</sup> stimmt mit derjenigen der 15 bereits weiter oben angeführten Reste R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> überein und soll auch hier Anwendung finden. Vorzugsweise werden wiederum Methylgruppen als Substituenten R<sup>16</sup> und R<sup>17</sup> verwendet.

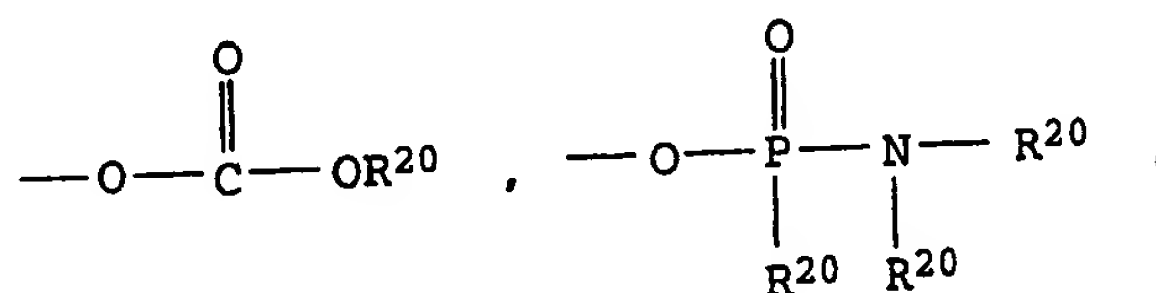
Als m'-wertige Reste R<sup>18</sup> kommen in Frage C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl, und 20 unsubstituiertes sowie mit ein bis drei C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylresten substituiertes Phenyl, wobei Beispiele für C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkylreste bereits weiter oben angeführt wurden. Die Anbindung dieser Reste an den Piperidinring kann über Sauerstoff, eine NH- oder auch eine N(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl)-Gruppe erfolgen. Im Falle der Anbindung über ein 25 C-Atom soll dieses bereits als dem Rest R<sup>18</sup> zugehörig gerechnet werden.

Mögliche Reste R<sup>18</sup> sind beispielsweise (die Striche kennzeichnen hier die freien Valenzen):

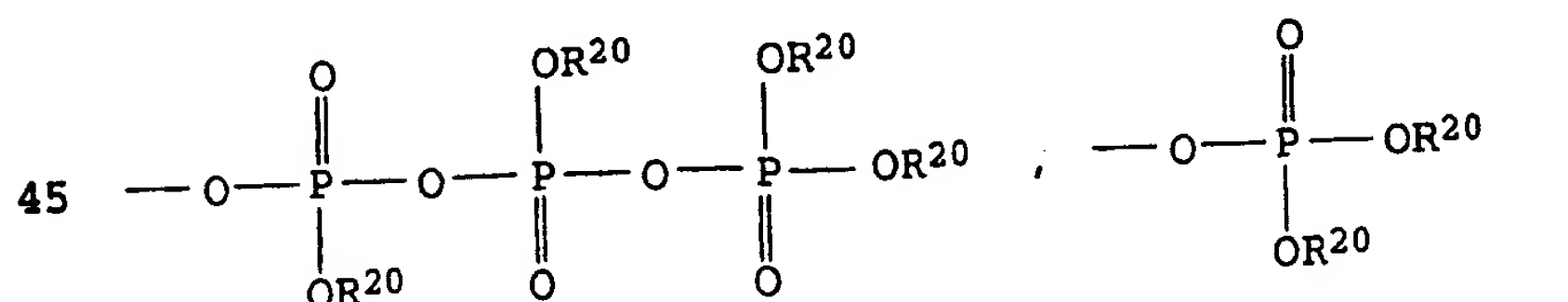
30

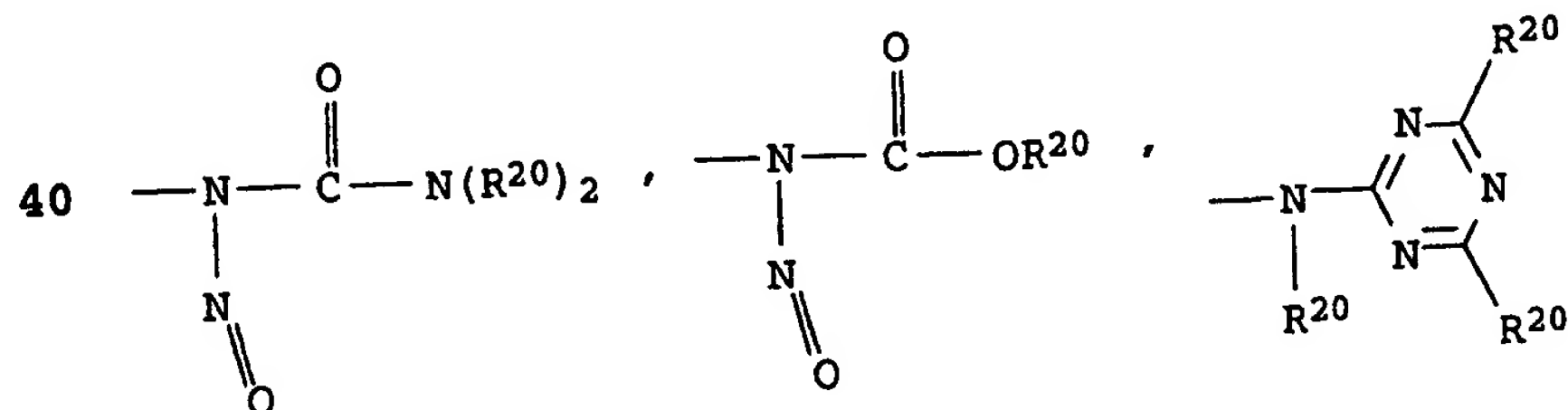
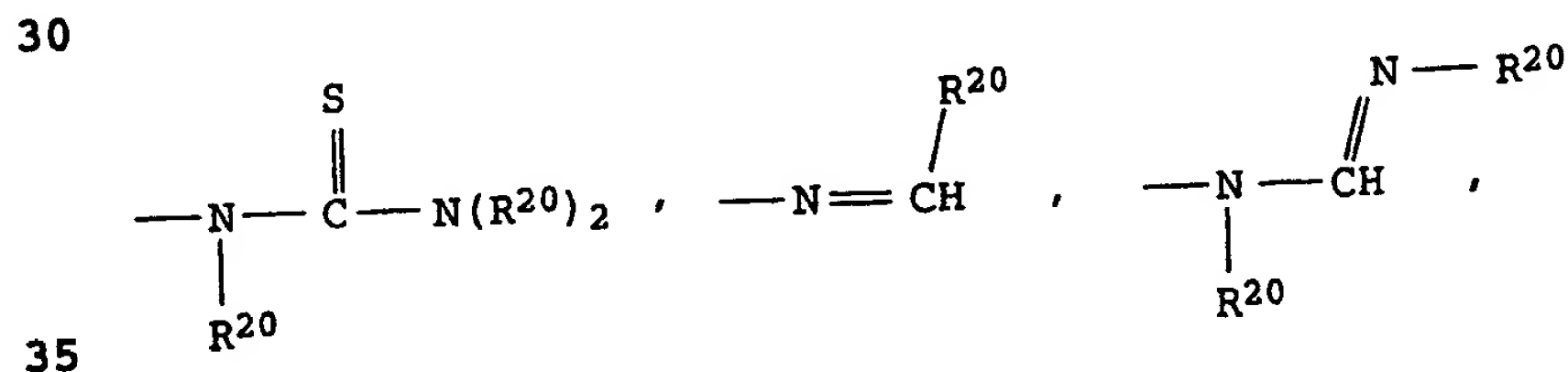
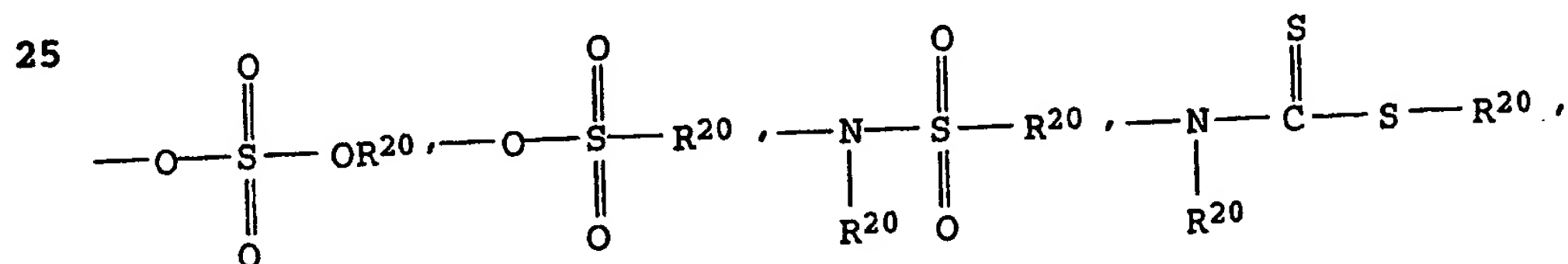
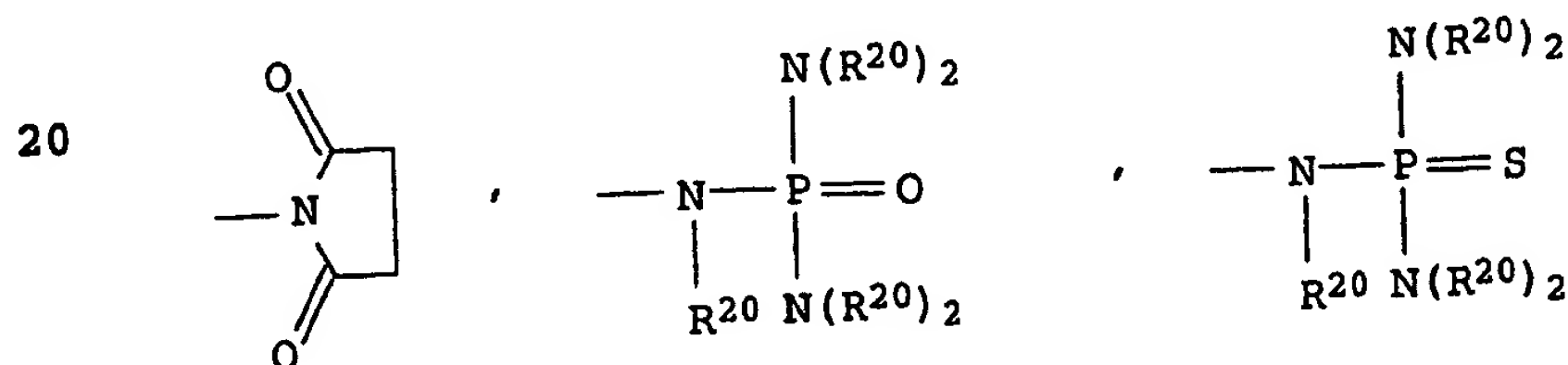
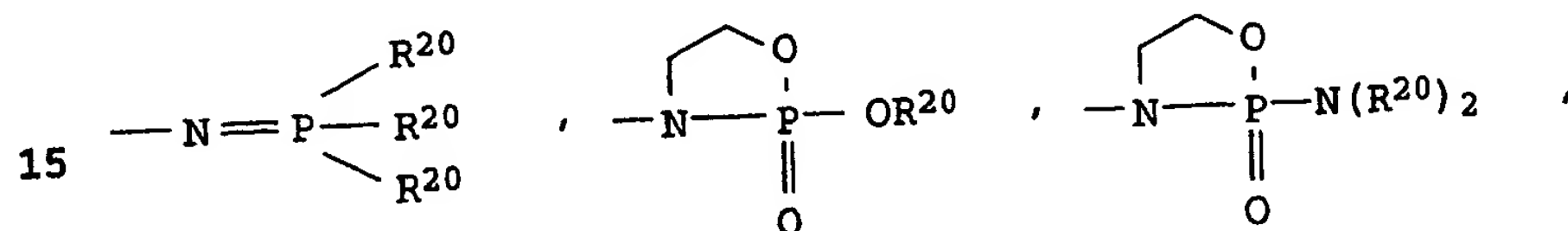
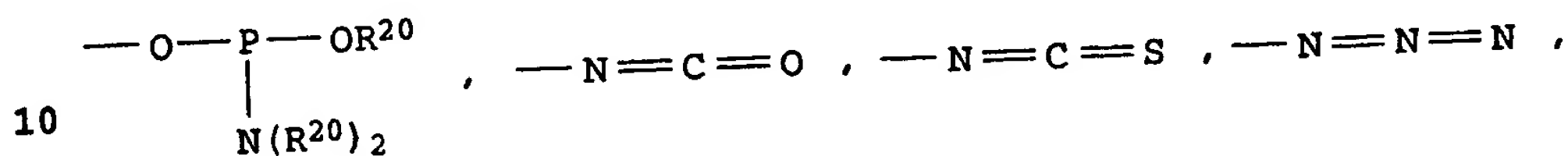
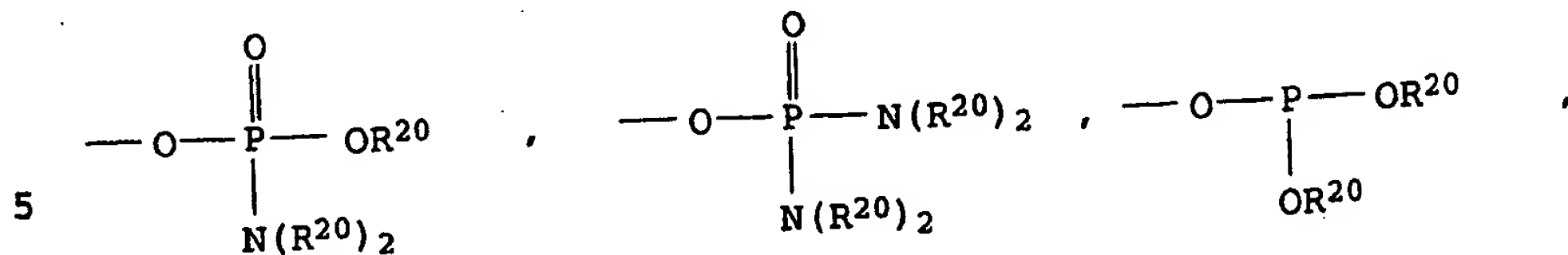


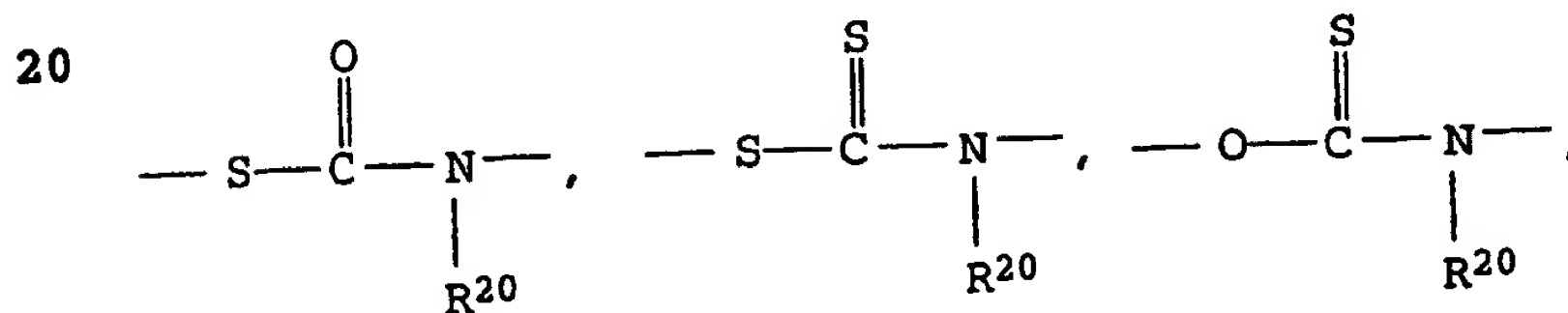
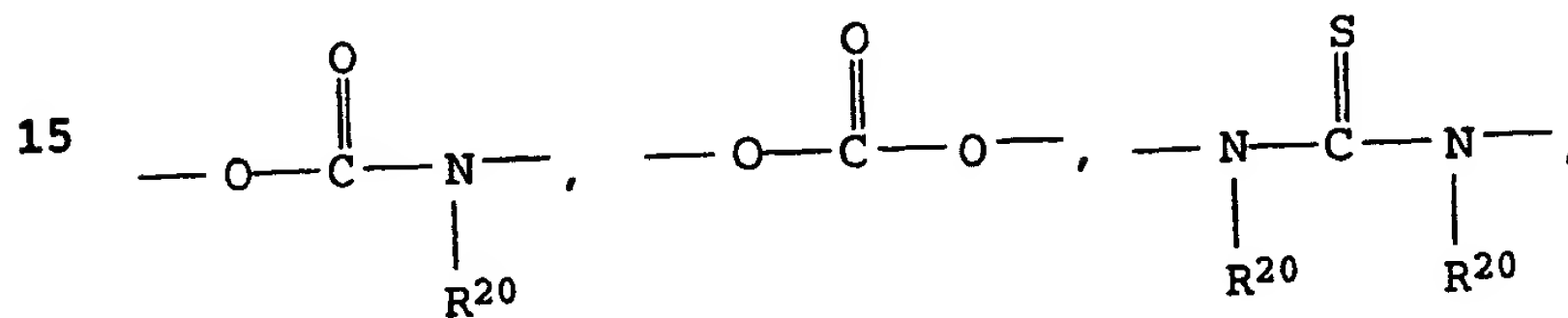
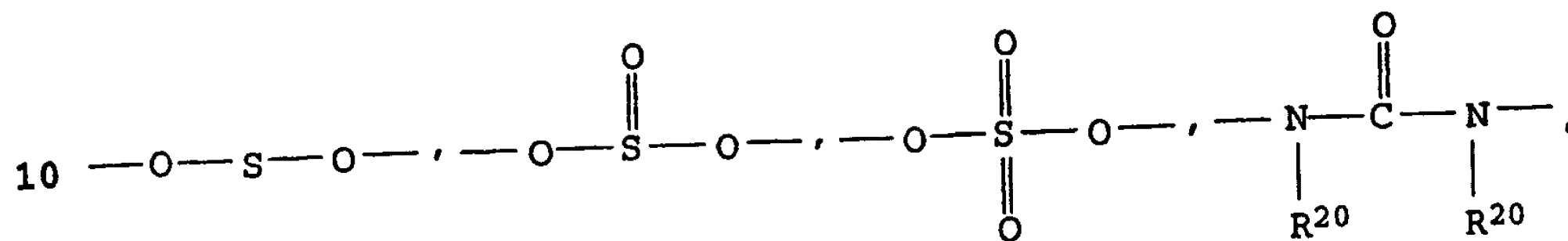
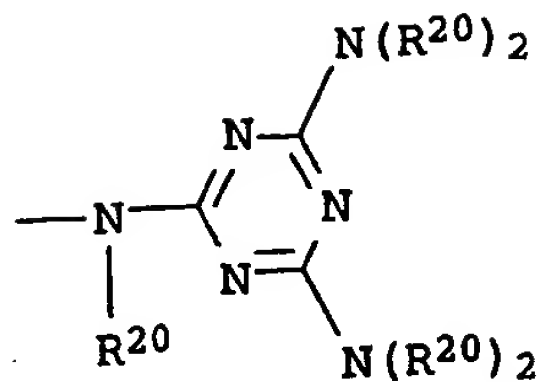
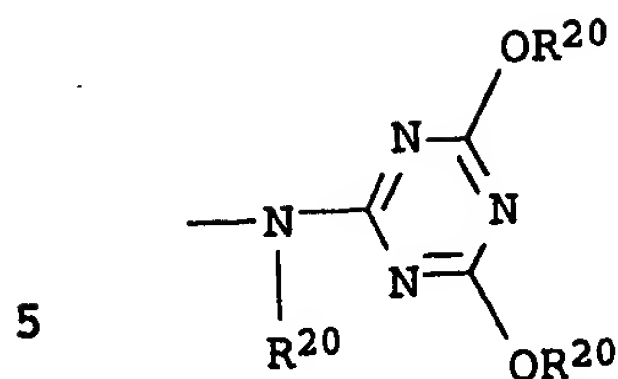
40



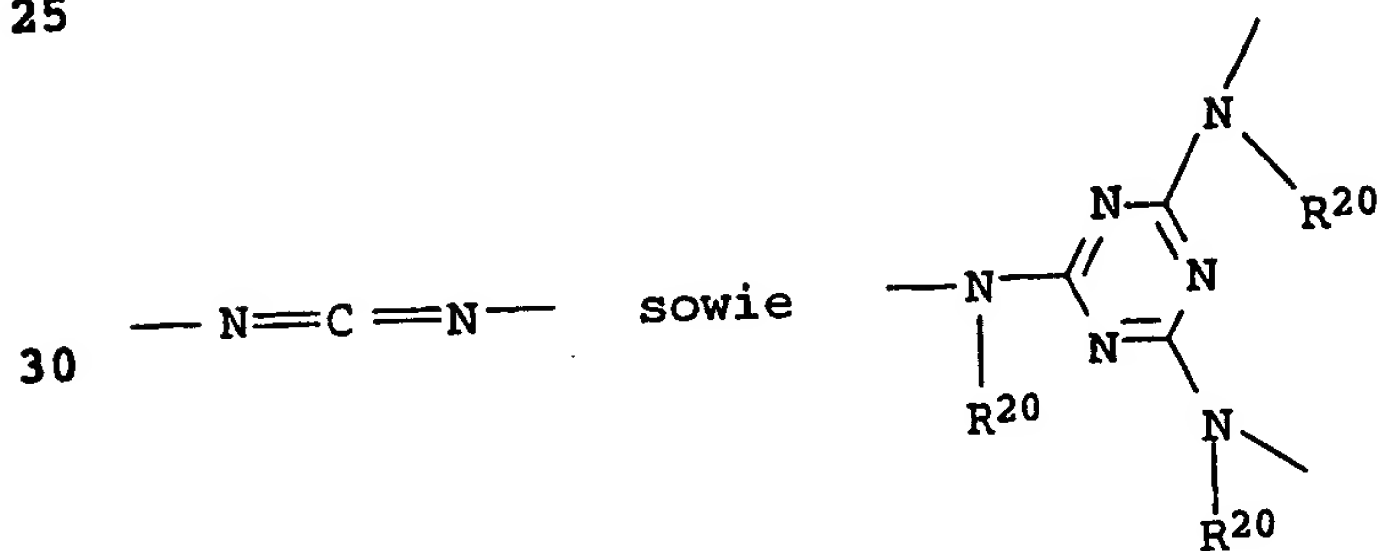
45







25

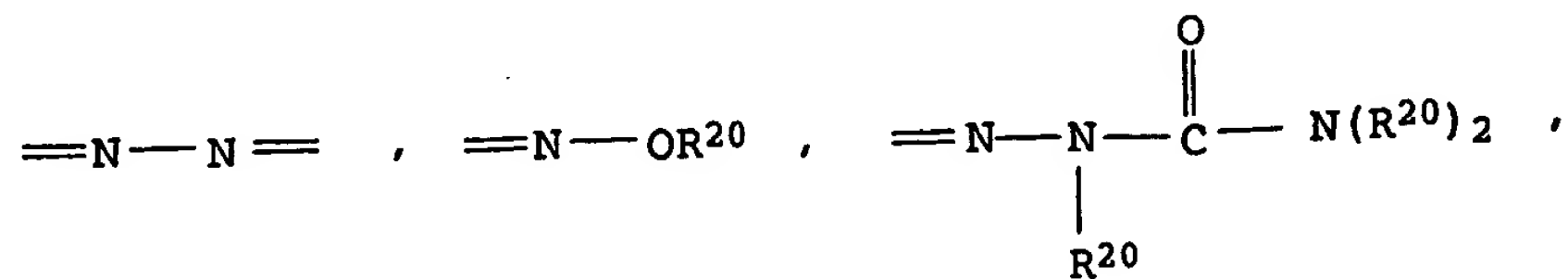


35 Die als mögliche Vertreter der Reste  $R^{19}$  in Frage kommenden  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl und  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkoxygruppen wurden bereits weiter oben für die Reste  $R^8$  exemplarisch angesprochen. Die Reste  $R^{18}$  und  $R^{19}$  können auch zusammen eine Gruppe bilden, welche dann durch eine chemische Doppelbindung über Kohlenstoff oder Stickstoff an das

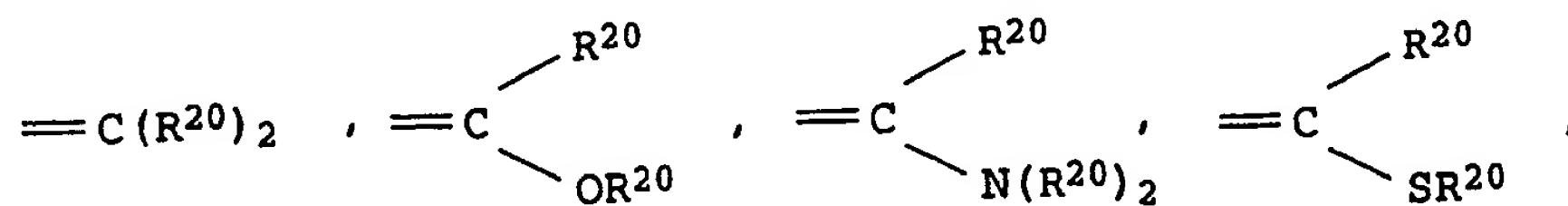
40 die Gruppen tragende C-Atom (das C-Atom in Position 4 des Piperidinrings) angebunden ist. Solche m'-wertigen Gruppen können beispielsweise sein (die Striche kennzeichnen die freien Valenzen):

45

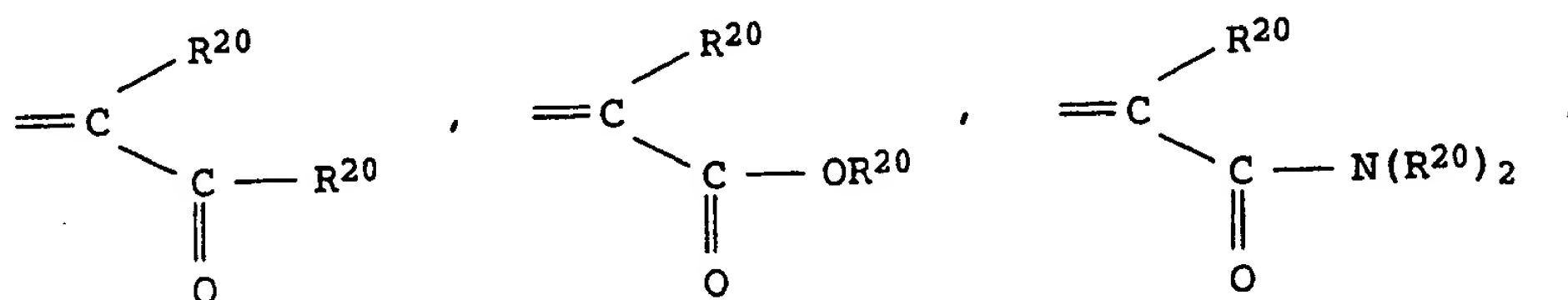
5



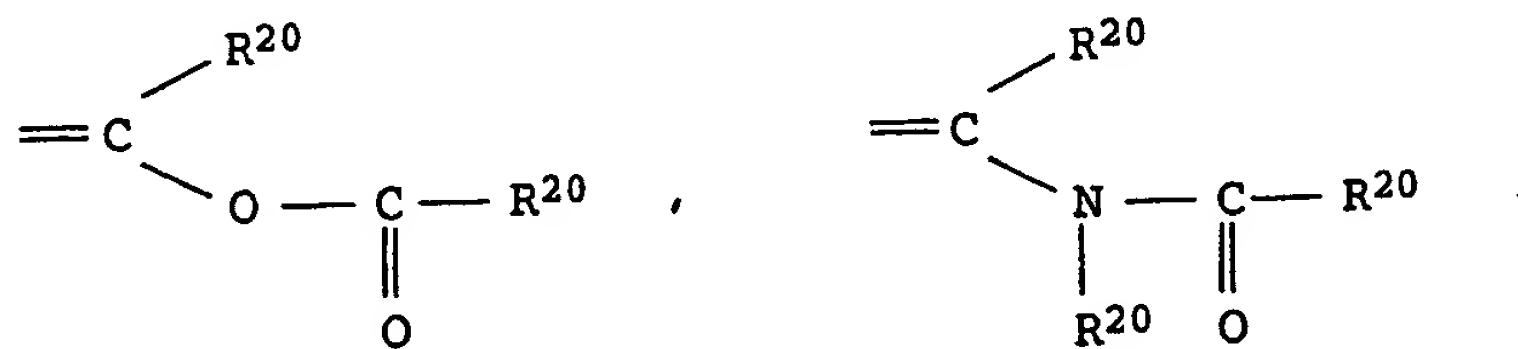
10



15



20



25

Weiter können die Reste  $R^{18}$  und  $R^{19}$  mit dem diese Gruppen tragenden C-Atome einen 3- bis 7-gliedrigen isocyclischen oder heterocyclischen Ring bilden.

30

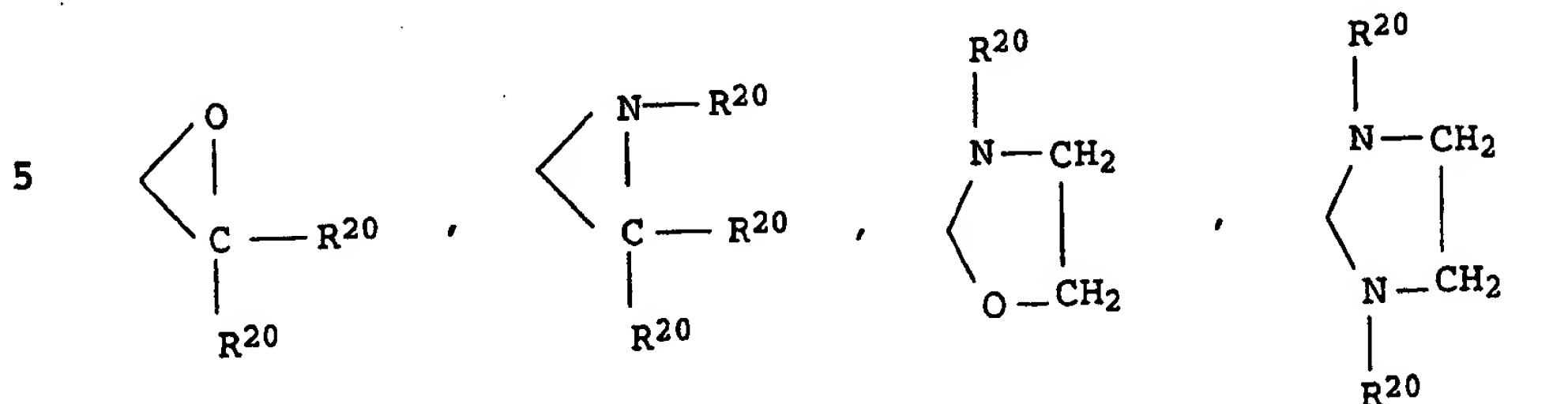
35

40

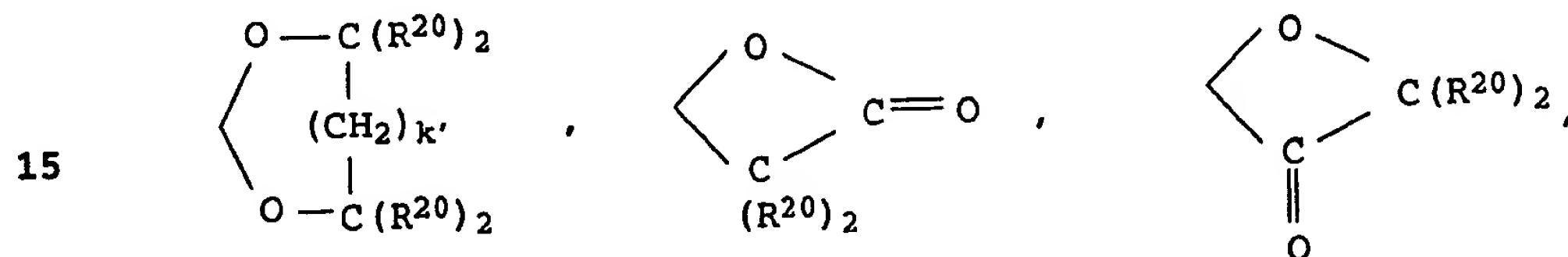
45



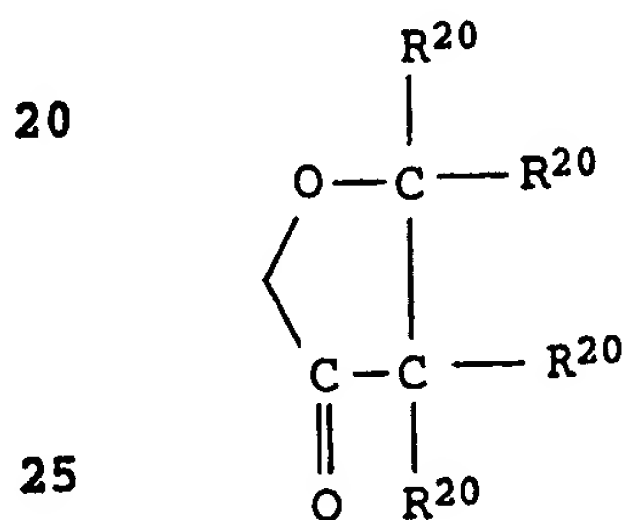
Beispiele für solche Ringe sind etwa:



10



20



Die Gruppen  $R^{20}$  bedeuten hierbei Wasserstoff,  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl sowie unsubstituiertes oder mit ein bis vier  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppen substituiertes Phenyl. Beispiele für entsprechende  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkylgruppen sowie  $C_1$ - $C_4$ -Alkylgruppen, welche als Substituenten am Phenylring auftreten können, sind bereits weiter oben genannt. Die Variable  $k'$  kann einen Wert von 0, 1 oder 2 annehmen.

35

40

45

Weitere geeignete N-Oxyle sind auch oligomere oder polymere Verbindungen, welche als Polymerhauptkette ein Polysiloxan besitzen und in der Seitenkette mit N-Oxyl-Gruppierungen substituiert sind, welche sich vom 2,2,6,6-Tetraalkylpiperidin ableiten. Als bevorzugte N-Oxylgruppierung wird dabei der 2,2,6,6-Tetramethylpiperidin-N-oxyl-Rest verwendet. Beispiele für solche erfindungsgemäß einzusetzende N-Oxyle finden sich in der Schrift WO 69/17002. Weiter sind in dieser Schrift Beispiele für Synthesen der den N-Oxylen zugrundeliegenden Aminoverbindungen aufgeführt.

Bevorzugte Nitroxylverbindungen als Komponente (i) der erfindungsgemäßen Stoffmischungen sind auch die folgenden:

- 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin,
- 15 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-ol,
- 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-on,
- 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl-acetat,
- 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl-2-ethylhexanoat,
- 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl-stearat,
- 20 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl-benzoat,
- 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl-(4-tert-butyl)benzoat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-succinat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-adipat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-sebacat,
- 25 Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-n-butylmalonat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-phthalat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-isophthalat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-terephthalat,
- Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-hexahydroterephthalat,
- 30 thalat,
- N,N'-Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-adipinamid,
- N-(1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-caprolactam,
- N-(1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-dodecylsuccinimid,
- 2,4,6-Tris-[N-butyl-N-(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)]-s-triazin,
- 35 N,N'-Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-N,N'-bis-formyl-1,6-diaminohexan,
- 4,4'-Ethylenbis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperazin-3-on) und
- Tris-(2,2,6,6-tetramethyl-1-oxyl-piperidin-4-yl)phosphit.

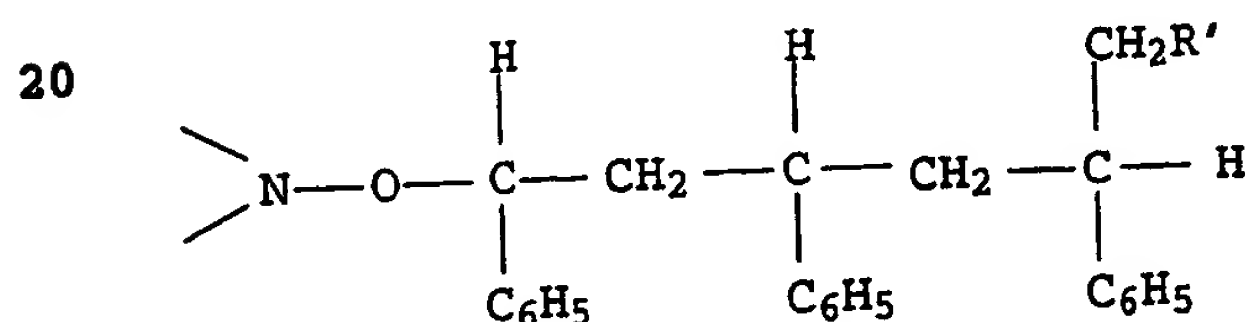
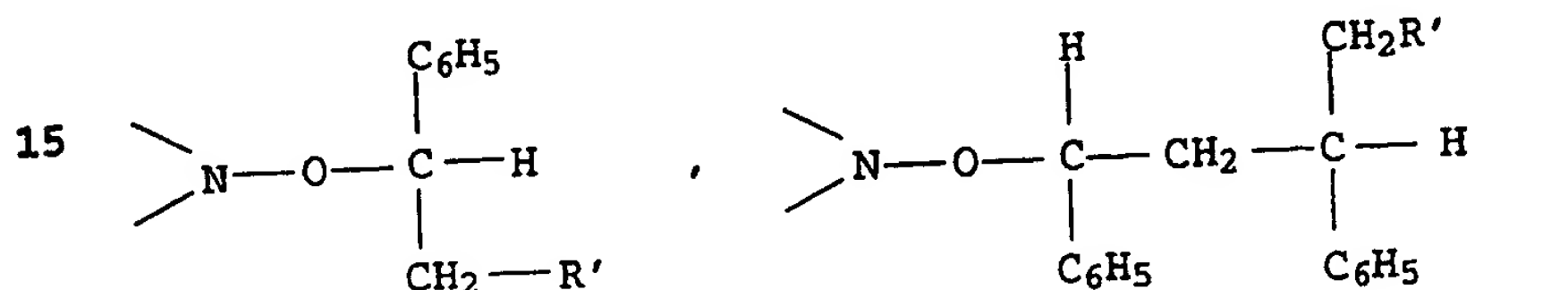
40

Die Nitroxylverbindungen lassen sich aus den entsprechenden Amino- oder Piperidinverbindungen durch Oxidation z.B. mit Wasserstoffperoxid herstellen. Details zu dieser Oxidation sind z.B. in der älteren deutschen Patentanmeldung 195 101 84.7 genannt. Die sekundären Amine, welche an den  $\alpha$ -C-Atomen keine Wasserstoffatome tragen, wie Piperidinverbindungen, und ihre Herstellung sind allgemein bekannt. Da die Oxidationsreaktionen

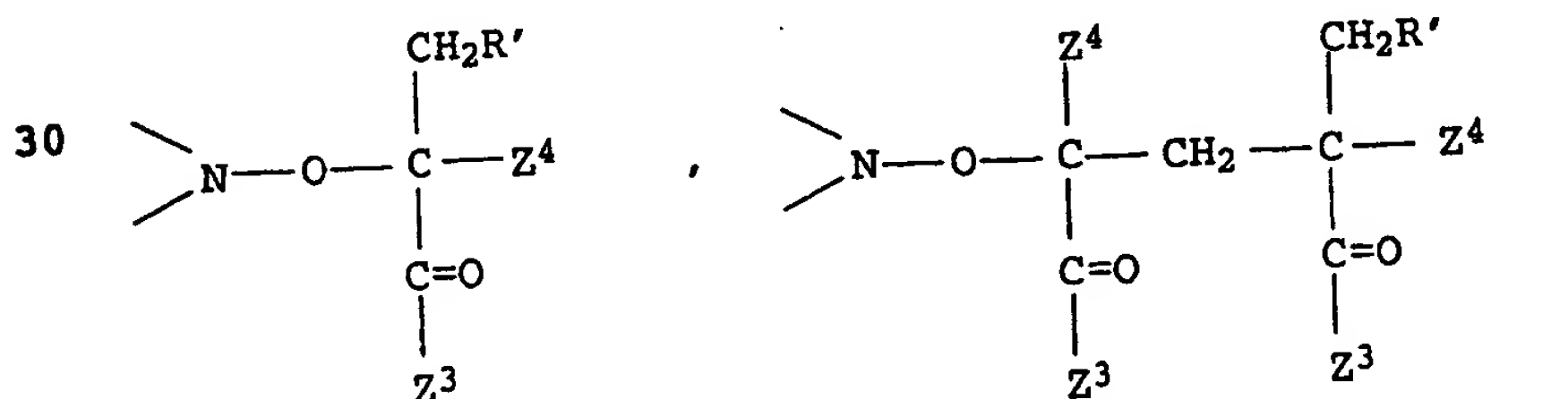
45

nicht immer vollständig ablaufen, können auch die als Ausgangs-  
verbindungen dienenden Amino- oder Piperidinverbindungen sowie  
teilweise oxidierte Zwischenstufen wie etwa Hydroxylamine in den  
erfindungsgemäßen Stoffmischungen enthalten sein.

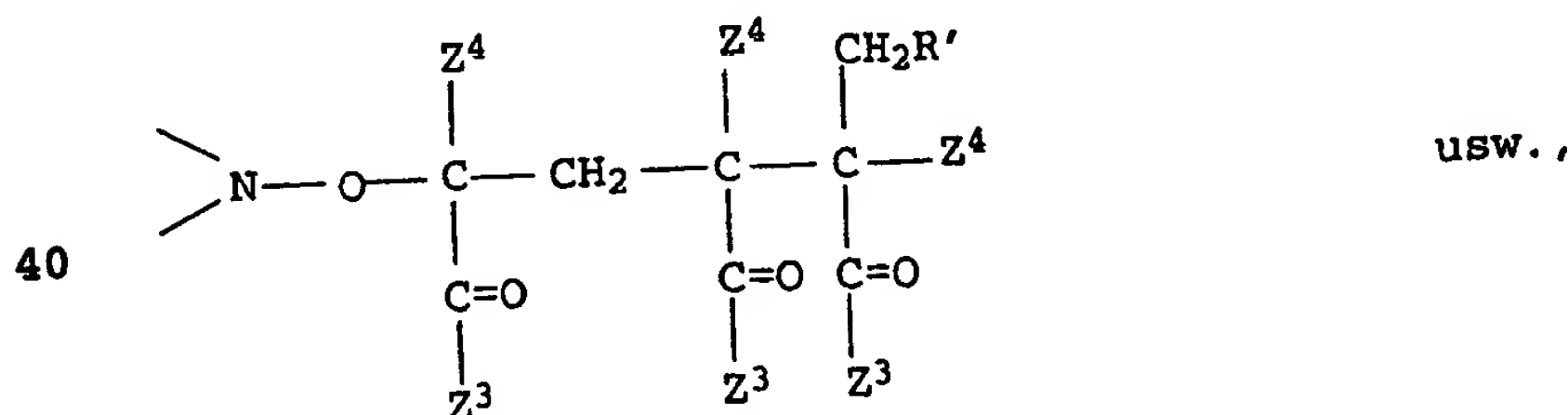
- 5 Daneben können in den erfindungsgemäßen Stoffmischungen natürlich  
auch substituierte Hydroxylamine zugegen sein, die sich durch Ra-  
dikalabfangreaktion mit den eingesetzten vinylgruppenhaltigen  
Verbindungen oder bereits gebildeten oligomeren Einheiten der  
10 eingesetzten Verbindungen gebildet haben. Beispielsweise können  
dann Verbindungen vorliegen wie



- 25 usw., wenn als Verbindung (Ia) etwa Styrol eingesetzt wird oder  
auch

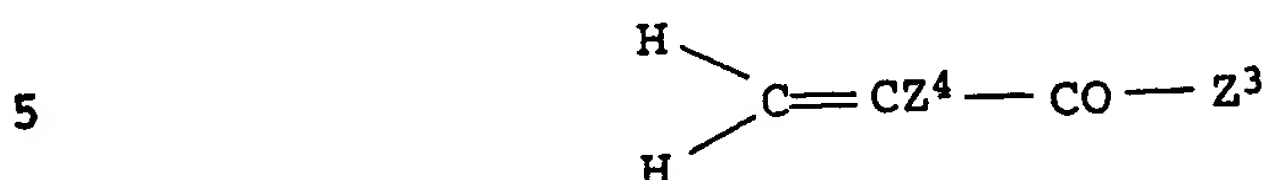


35



- 45 (die beiden Striche am N-Atom bezeichnen Bindungen zum Rest der  
erfindungsgemäß einzusetzenden Nitroxylverbindung)

wenn als vinylgruppenhaltige Verbindung etwa ein Acrylsäurederi-  
vat der Formel



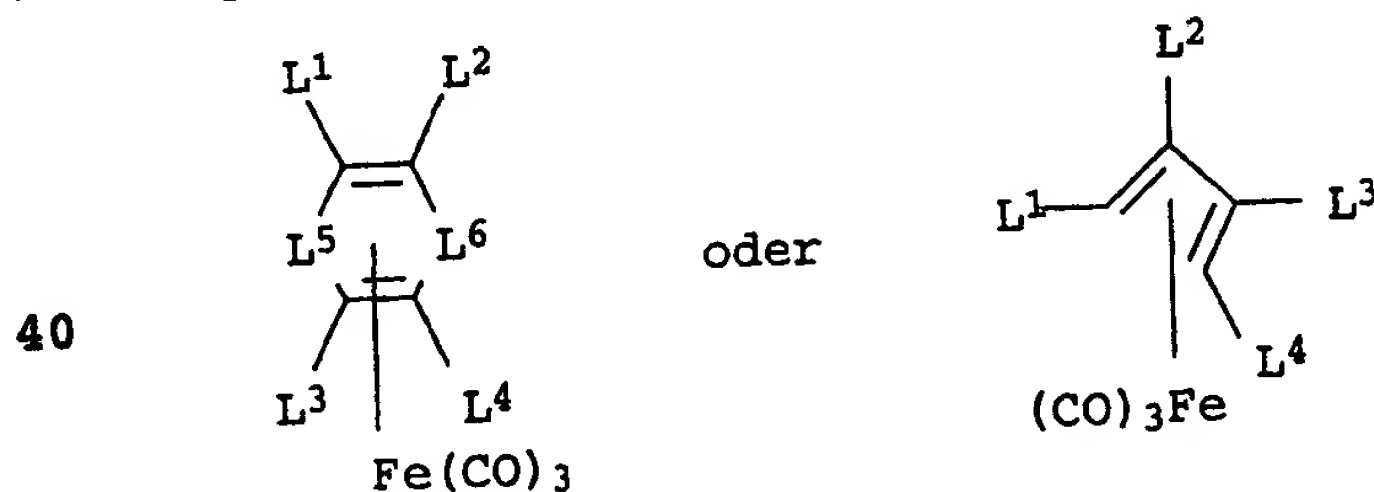
(diese Verbindungen bilden eine Teilmenge der oben bereits aufge-  
führten Verbindungen der Formel Ib) Verwendung findet. Die Reste  
R' stehen dabei für beliebige, die Polymerisation der Verbin-  
dungen startende Primärradikale.

Als Komponente (ii) enthalten die beanspruchten Stoffmischungen  
mindestens eine Eisenverbindung aus der Gruppe der

- a) Eisencarbonyle und Carbonylferrate,
- b) metallorganischen Eisencarbonylverbindungen,
- c) unsubstituierten und substituierten Ferrocen-Verbindungen,
- 20 d) Eisenverbindungen mit Liganden, welche als Donoratome alleine  
oder in Mischung Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel oder  
Phosphor enthalten,
- e) Eisenhalogenid- und Eisenpseudohalogenidverbindungen.

Unter die Gruppe a) fallen beispielsweise Verbindungen wie Eisen-  
pentacarbonyl,  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ , Dieisennonacarbonyl,  $\text{Fe}_2(\text{CO})_9$ , Trieisendo-  
decacarbonyl,  $\text{Fe}_3(\text{CO})_{12}$ , oder Hexaeisenoctadecacarbonyl,  $\text{Fe}_6(\text{CO})_{18}$ ,  
welche durchweg in wenig polaren oder unpolaren Medien löslich  
sind. Weiter sind hier zu nennen die Carbonylferrate wie  
30  $\text{M}_2\text{Fe}(\text{CO})_4$ ,  $\text{M}_2\text{Fe}_2(\text{CO})_8$  und  $\text{M}_2\text{Fe}_3(\text{CO})_{11}$ , wobei M für ein Äquivalent  
eines Alkali- oder Erdalkalimetalls steht. Vorzugsweise werden  
die entsprechenden Na-Verbindungen eingesetzt.

Metallorganische Eisencarbonylverbindungen der Gruppe b) sind  
35 beispielsweise Verbindungen der Formel

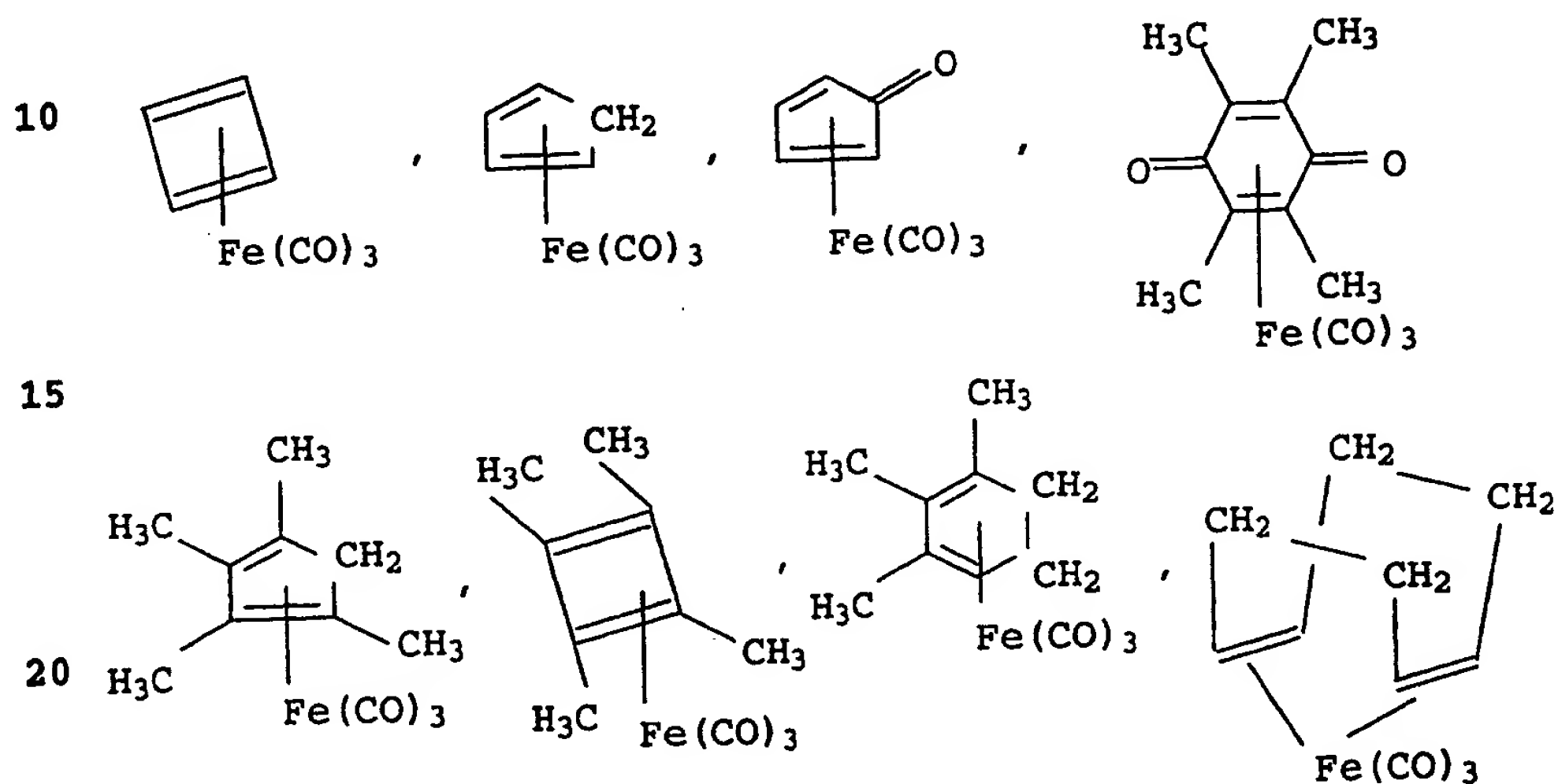


45 wobei die Variablen bedeuten

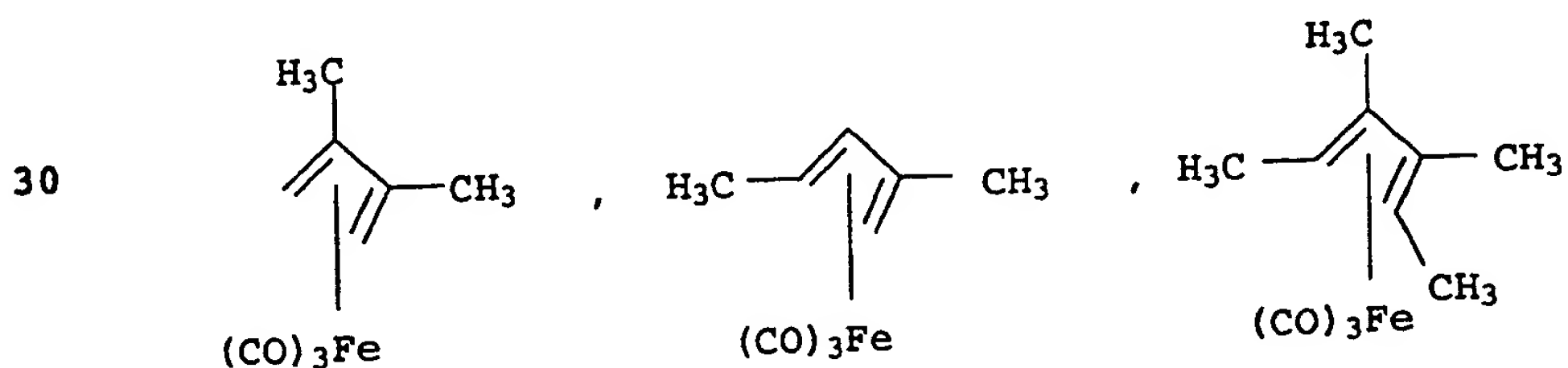
$L^1 - L^4$  Wasserstoff,  $C_1$ - $C_4$ -Alkyle wie Methyl, Ethyl, Propyl oder t-Butyl

$L^5, L^6$   $-(CH_2)_n-$  oder  $-CO-$ , wobei für die Variablen  $L^5$  und  $L^6$  n unabhängig voneinander 0, 1, 2 oder 3 bedeutet.

Exemplarisch seien hier genannt die Fe-Verbindungen



25 sowie



35

Weiter können aus dieser Gruppe erfindungsgemäß auch zweikernige Fe-Verbindungen wie

$[H_5C_5Fe(CO)_2]_2$ ,  $[(H_3C)_5C_5Fe(CO)_2]_2$  sowie die sich daraus ableiten-  
 40 den Ferrate  $M[Fe(CO)_2C_5H_5]$  und  $M[Fe(CO)_2(H_3C)_5C_5]$  verwendet werden,  
 wobei auch hier M für ein Äquivalent eines Alkali- oder Erdalka-  
 limetalls steht und bevorzugt die entsprechenden Na-Verbindungen  
 Einsatz finden.

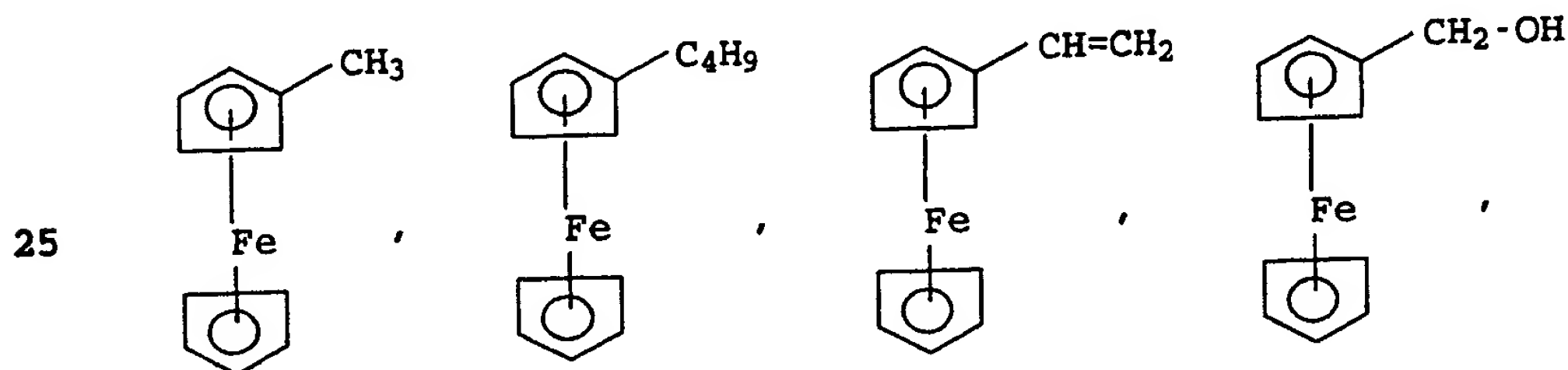
45 Zu den erfindungsgemäß einzusetzenden Verbindungen der Gruppe c)  
 zählen das Ferrocen selbst sowie die an einem oder beiden Cyclo-  
 pentadienylringen substituierten Derivate. Weiter können auch di-



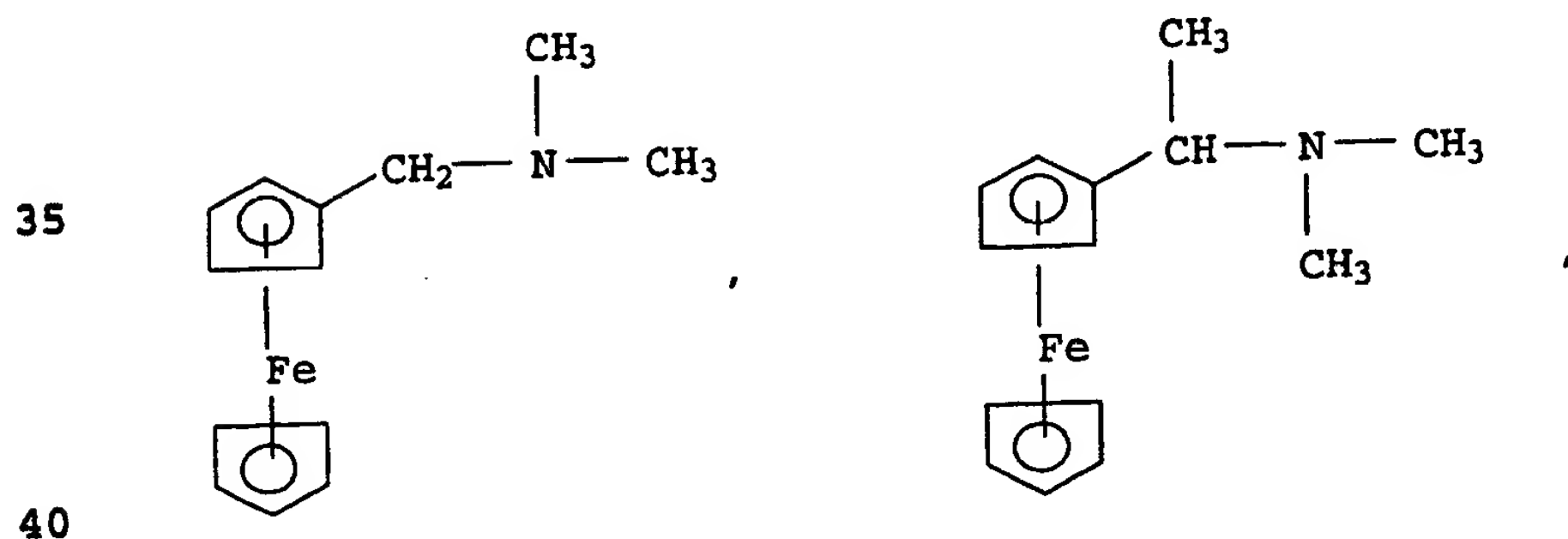
mere Ferrocenderivate eingesetzt werden. Die Verknüpfung der einzelnen Ferroceneinheiten erfolgt dabei über je ein C-Atom des Cyclopentadienylringes durch eine chemische Bindung oder eine Methylen-, Ethylen-, Propylen-, Butylen- oder Phenylphosphin-  
5 Brücke.

Als Substituenten der Cyclopentadienylringe kommen in Frage  $C_1$ - $C_4$ -Alkenylreste,  $C_7$ - $C_{10}$ -Aroyl,  $C_1$ - $C_4$ -Alkylreste wie Methyl, Ethyl, n-Propyl, i-Propyl, n-Butyl, i-Butyl, sec.-Butyl  
10 oder t-Butyl. Weiter können in diesen Substituenten ein oder zwei  $CH_2$ - oder  $CH_3$ -Gruppen ersetzt sein durch O, NH,  $NCH_3$  oder OH,  $NH_2$ . Die Bindung dieser Heteroatome oder heteroatomhaltigen Fragmente erfolgt dabei zu C-Atomen. Es können weiterhin auch ein oder zwei  $CH_2$ -Gruppen durch CO oder ein oder zwei  $CH_3$ -Gruppen durch CN er-  
15 setzt sein. Daneben können auch, gegebenenfalls neben den bereits erwähnten Gruppen, Diphenylphosphinreste als Substituenten an den Cyclopentadienylringen fungieren.

Beispiele für erfindungsgemäß einzusetzende Ferrocenderivate sind  
20

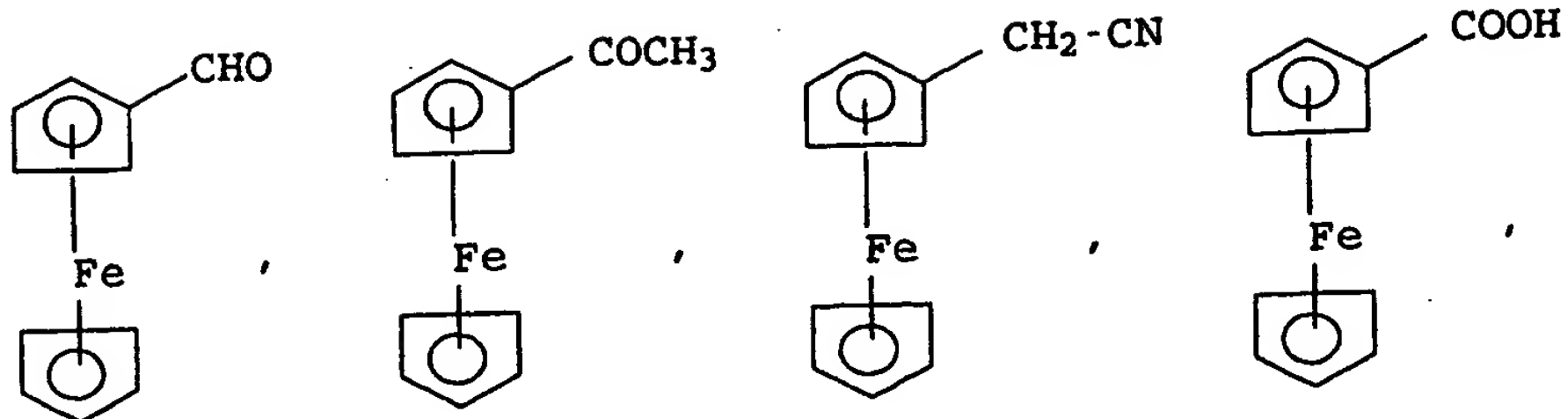


30



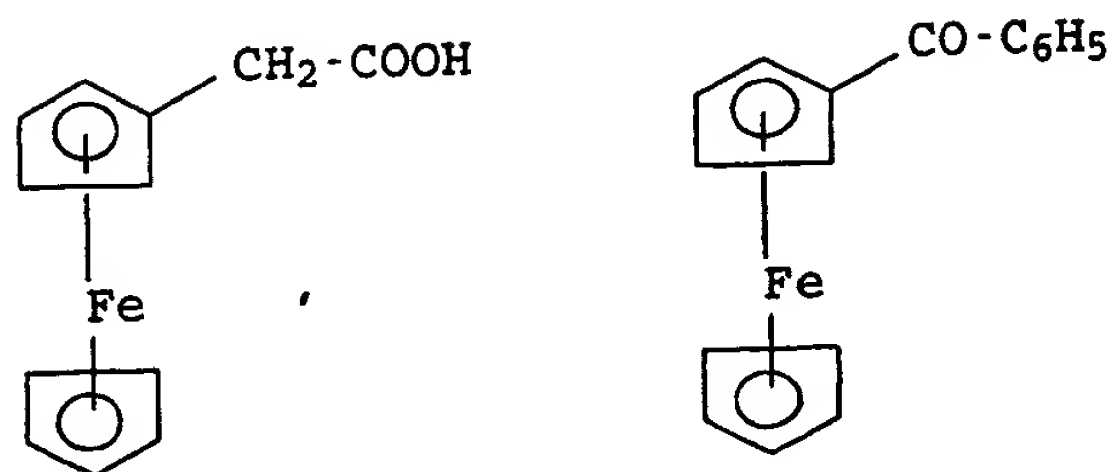
45

5



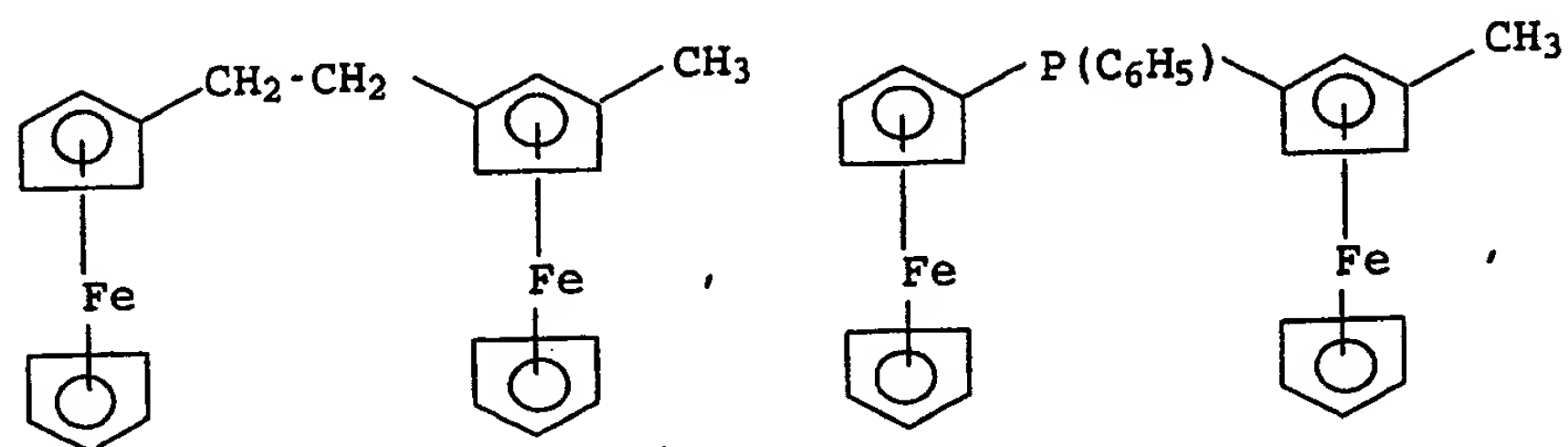
10

15



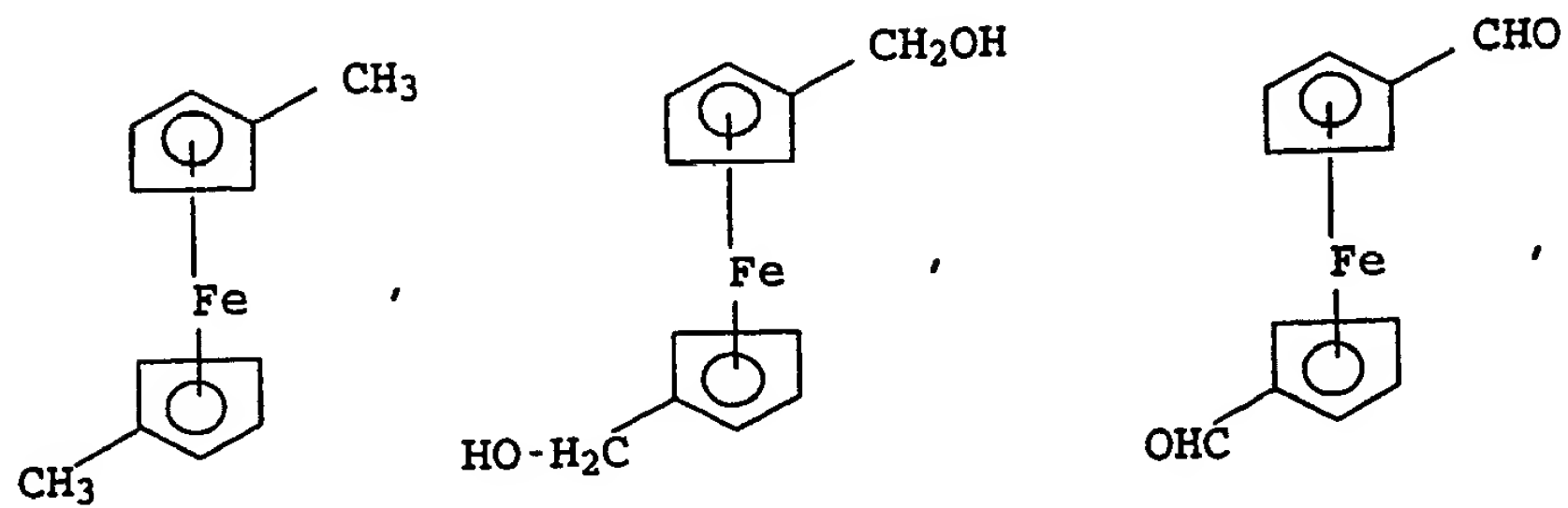
20

25



30

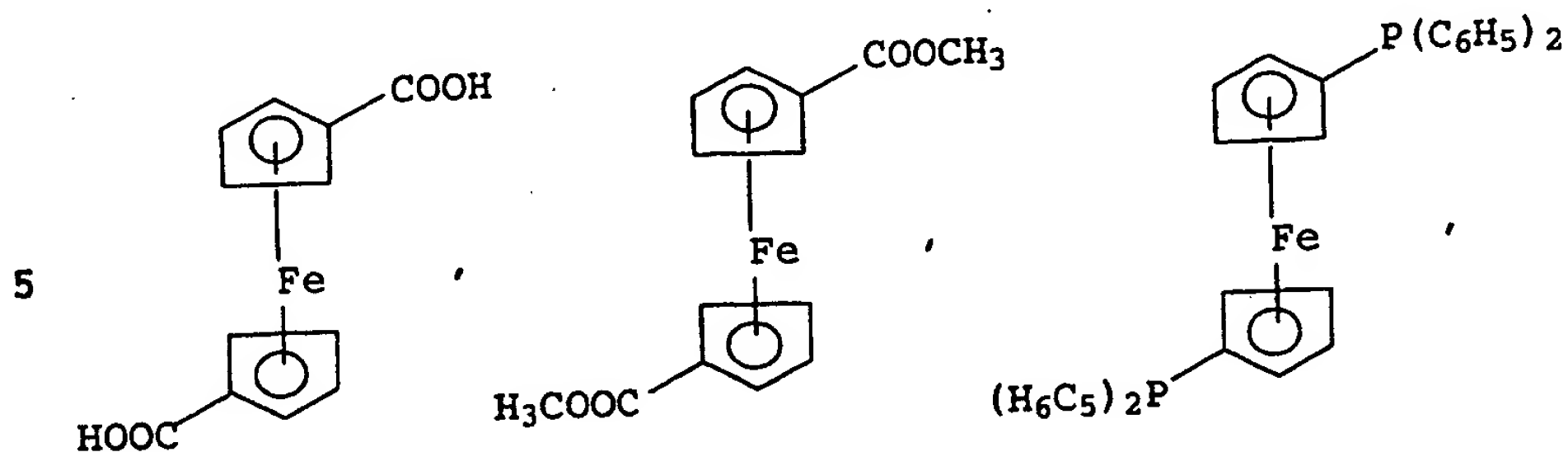
35



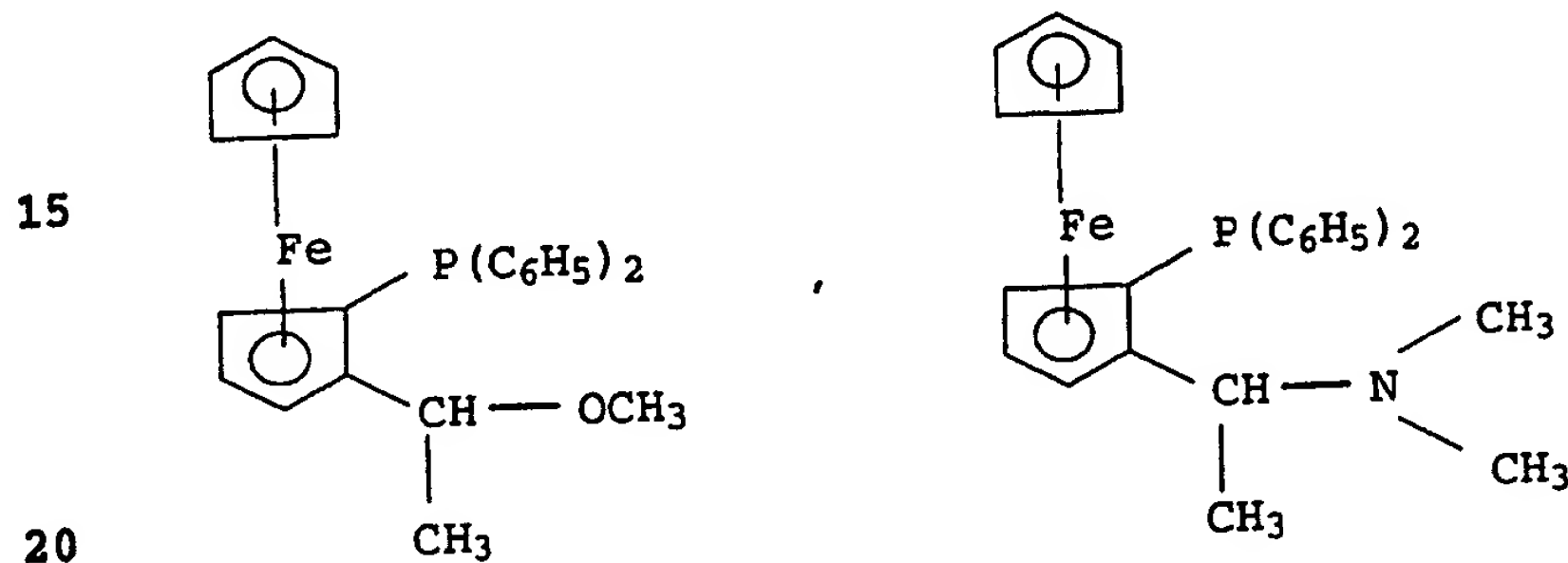
40

45

29

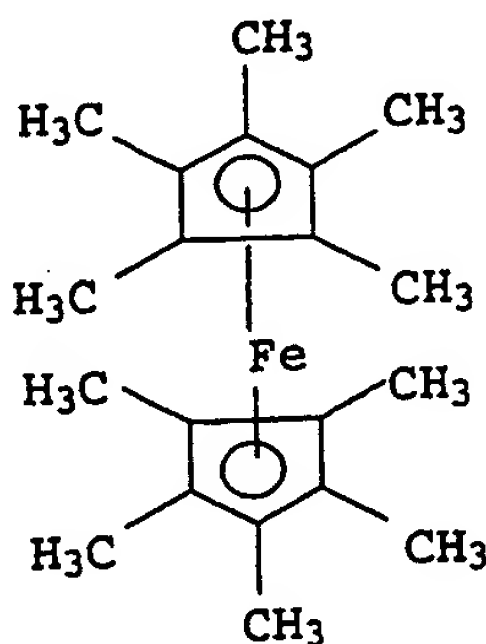


10



25

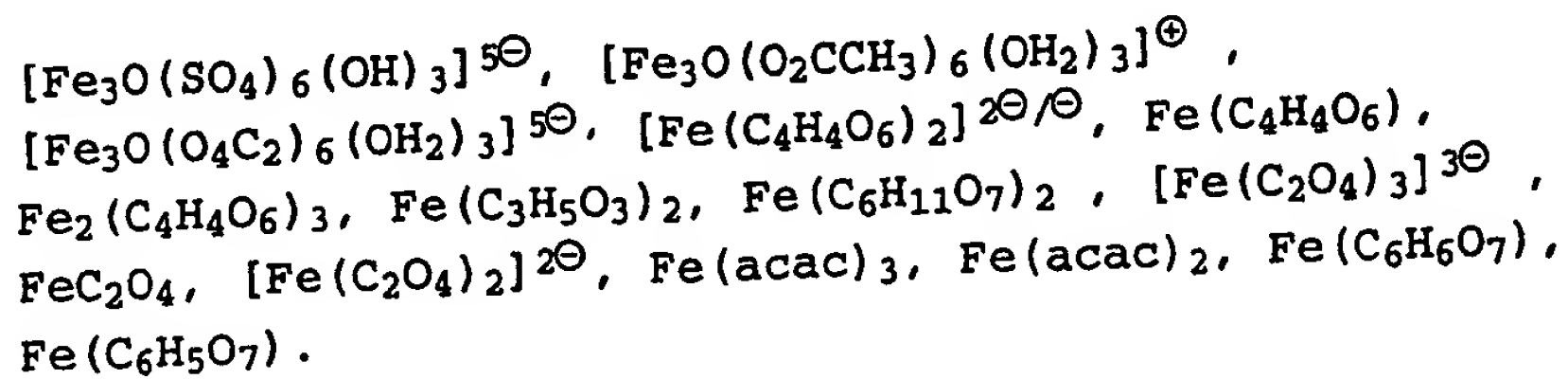
30



35

Als Verbindungen der Gruppe d) können beispielsweise eingesetzt werden Komplexe oder Salze des Fe(II)/Fe(III) mit O-haltigen Liganden wie Sulfat, Acetat, Oxalat, Citrat, Tartrat, Lactat, Gluconat oder Acetylacetonat (acac), d.h. Verbindungen wie

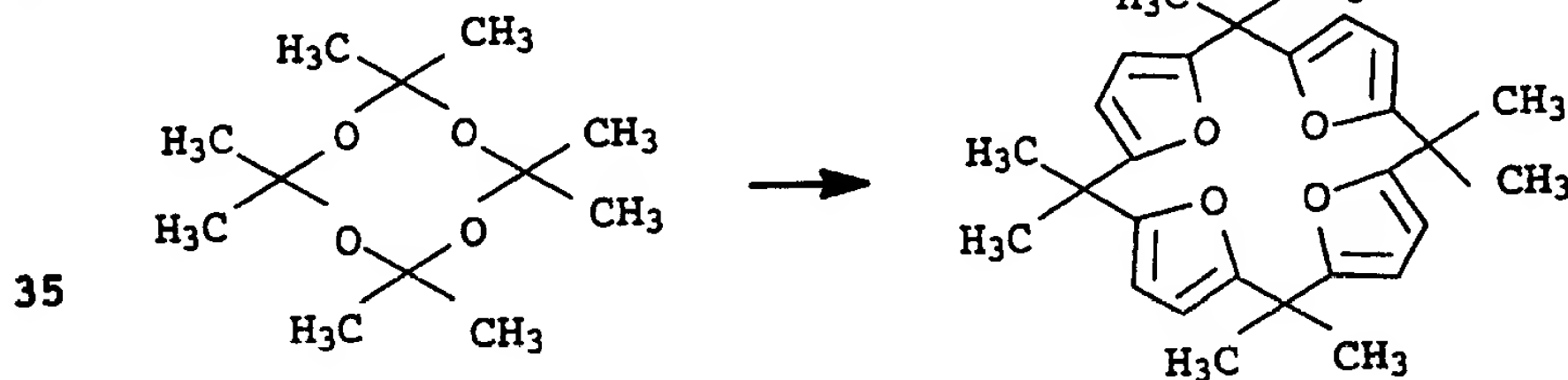
40



45

Weitere ausschließlich oder überwiegend O-haltige Liganden für Fe(II) oder Fe(III) können aber auch mehrfache cyclische Ether wie Sphäranden, Cryptanden Cryptasphäranden, Hemisphäranden, Coronanden oder offenkettige Vertreter dieser Ether sowie Podanden sein. Viele Vertreter dieser Verbindungsklassen enthalten neben Sauerstoff- auch noch Stickstoff- und/oder Schwefel- und/oder Phosphor- und/oder Arsenatome. Eine Beschreibung solcher Liganden, welche zusammen mit Fe(II) oder Fe(III) zur Bereitstellung der erfindungsgemäß einzusezenden Fe-Verbindungen verwendet werden können, findet man in der Literatur, z.B. C.J. Pedersen, H.K. Frensdorff, "Makrocyclische Polyether und ihre Komplexe", Angew. Chem. 84 (1), S. 16-26, 1972; G. Gokel, "Crown Ethers & Cryptands", Publ. by Roy. Soc. Chem., Black Bear Press Cambridge, England, 1991; D.J. Cram, "Präorganisation - von Solventien zu Sphäranden", Angew. Chem. 98, S. 1041-1060, 1986; Phase Transfer Catalysts, Merck-Schuchardt Firmenschrift; G.W. Gokel, S.H. Korzeniowski, "Macrocyclic Polyether Synthesis", Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, S. 55-151, 1982; US-Patentschrift 3 760 005, wobei jedoch arsenhaltige Liganden nicht zur Verwendung kommen sollen. Werden Sauerstoff und/oder die anderen bereits erwähnten und gegebenenfalls vorliegenden Heteroatome durch eine, dieses Heteroatom enthaltende, cyclische Gruppierung ersetzt, so erhält man weitere Verbindungen, welche zur Herstellung erfindungsgemäß einzusetzender Fe-Komplexe herangezogen werden können. Ein Beispiel für solch einen formalen Übergang zeigt Schema 1:

**Schema 1:**

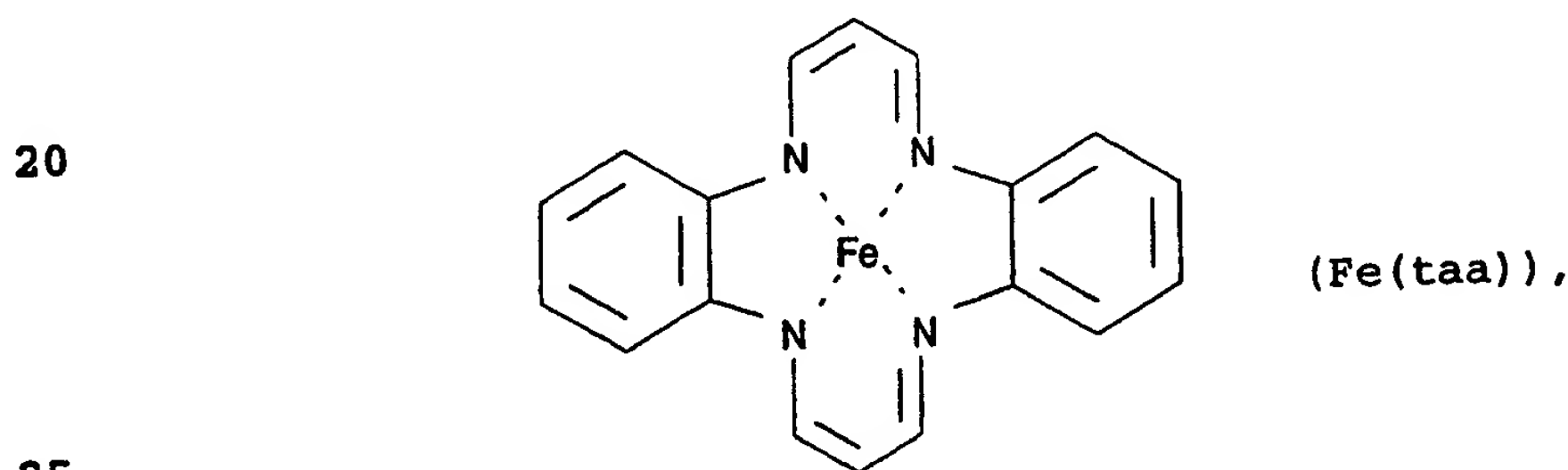
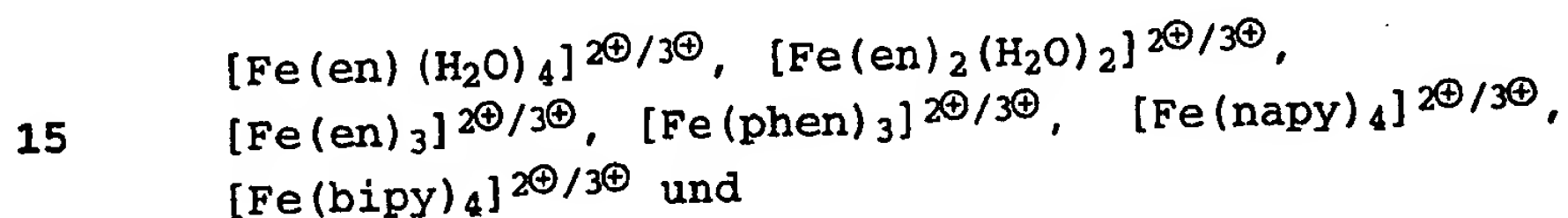


40 Die furangruppenhaltige Verbindung lässt sich im sauren Medium unter Katalyse von Alkali-, Erdalkali- oder Übergangsmetallsalzen aus Aceton und Furan herstellen (Untersuchungen hierzu sind beispielsweise durchgeführt worden von B.R. Bowsher, A.J. Rest, J. Chem. Soc. Dalton, S. 1157-1161, 1981, und darin zitierte

45 Literatur), wobei man im Falle der Verwendung von Fe-Salzen so- fort zu den gewünschten und erfindungsgemäß einsetzbaren Fe-Ver- bindungen kommt. Sinngemäß lässt sich die Herstellung solcher "He-

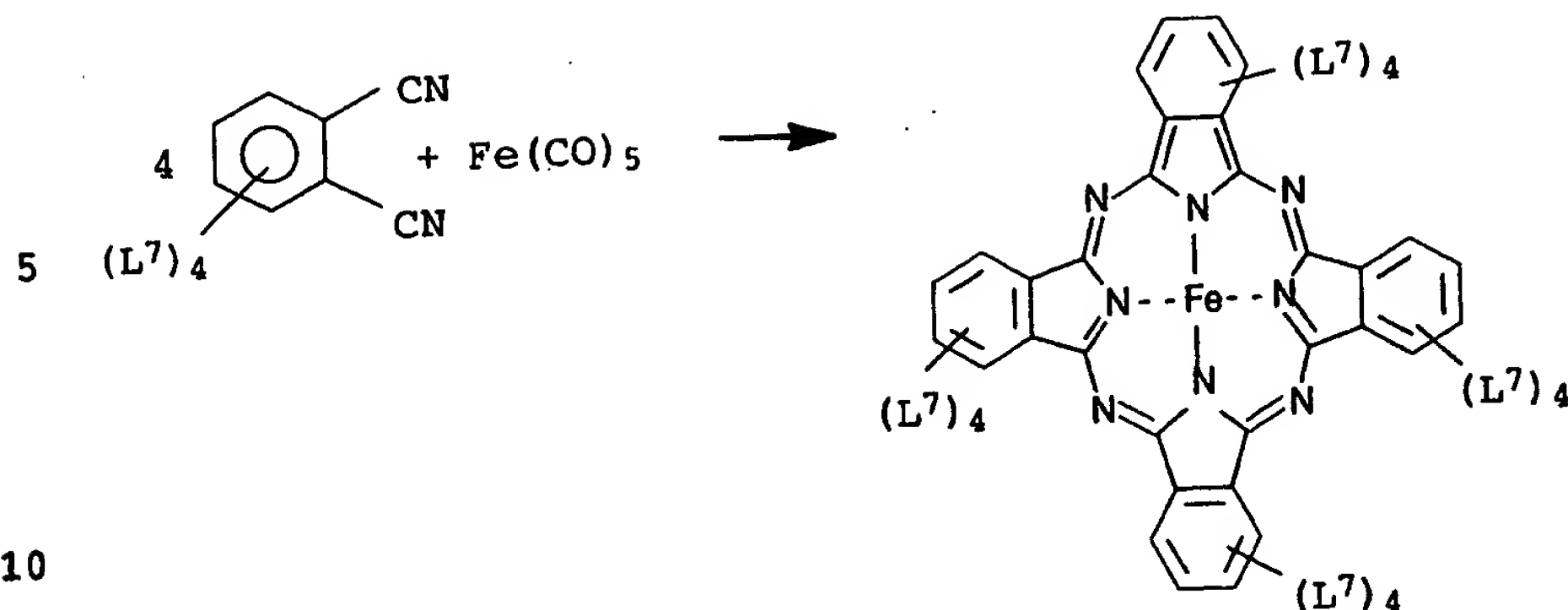
terocyclophane" auch auf andere Carbonyl- und Heterocyclus-Komponenten ausweiten und damit ein Zugang zu weiteren einsetzbaren Fe-Komplexen schaffen. Der Fachmann wird dabei erwarten, daß im Falle ungesättigter Heterocyclen eine koordinative Anbindung an das Fe-Atom nicht nur über das Heteroatom sondern auch oder sogar überwiegend über die  $\pi$ -Systeme erfolgt.

Weiter können verwendet werden Komplexe mit N-haltigen Chelat-Liganden wie Ethylendiamin(en), 1,10-Phenanthrolin(phen), 1,8-Naphthpyridin(napy), 2,2'-Bipyridin (bipy) und Di-benzo[b,i]-1,4,8,11-tetraaza-(14)annulen (taa), d.h. Verbindungen wie



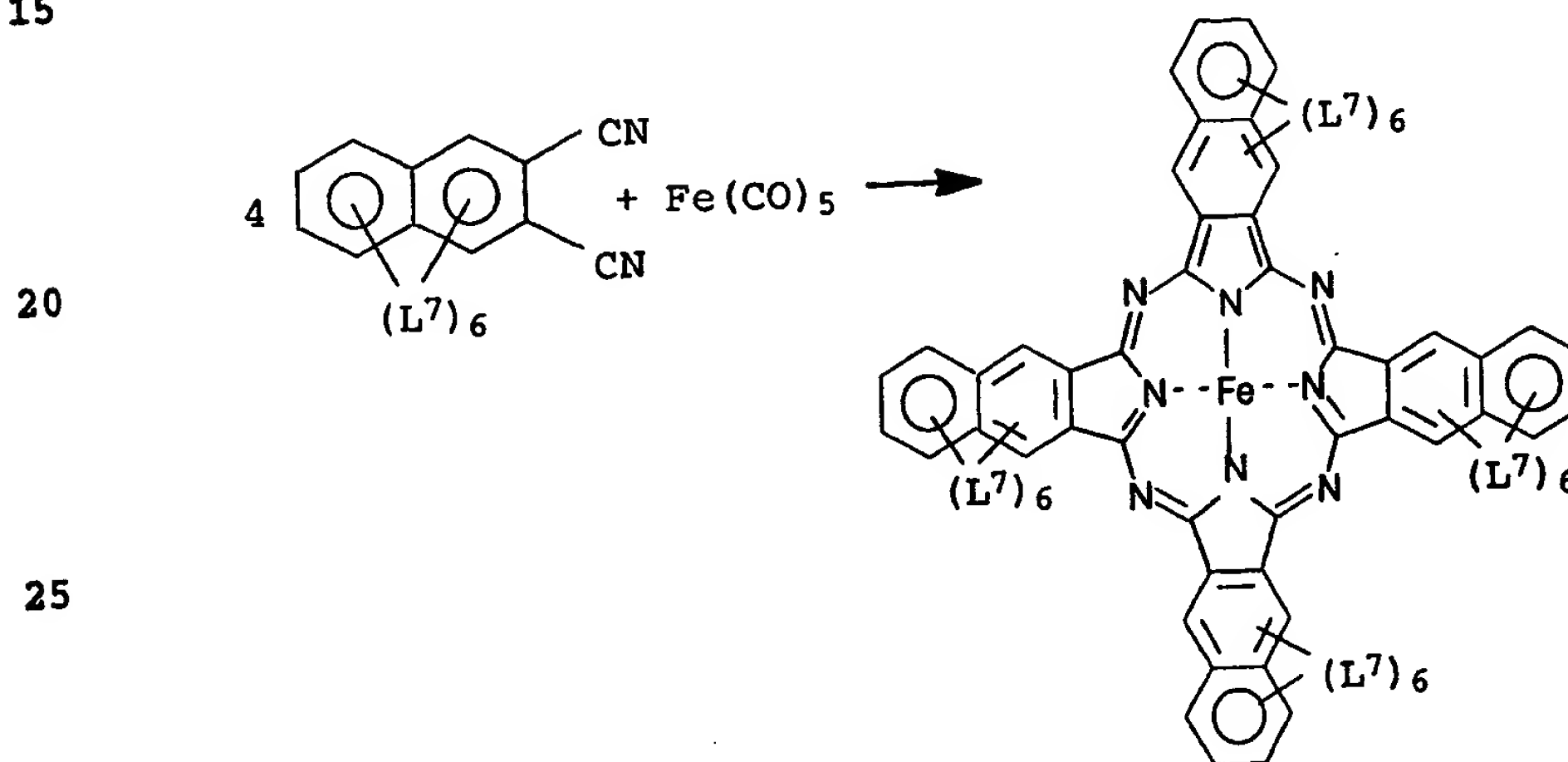
aber auch Komplexe des Eisens mit verschiedenen, substituierten Porphyrinliganden, wie sie aus der Literatur bekannt sind (beispielsweise B. Mennier, Chem. Rev., Vol 92 (8), S. 1411-1456, 1992). Andere N-haltige Liganden sind das Phthalocyanin und Derivate davon. Die Fe-Komplexe lassen sich leicht ausgehend von Fe-Verbindungen, wie  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ , und unsubstituiertem oder substituiertem o-Phthalsäuredinitril oder benzannelierten Dinitrilen herstellen (zur Herstellung s. z.B. E.G. Makoni et al., anorg. Chem. 6, S. 424, 1967):

32



Analog erhält man die benzannellierten Fe-Komplexe:

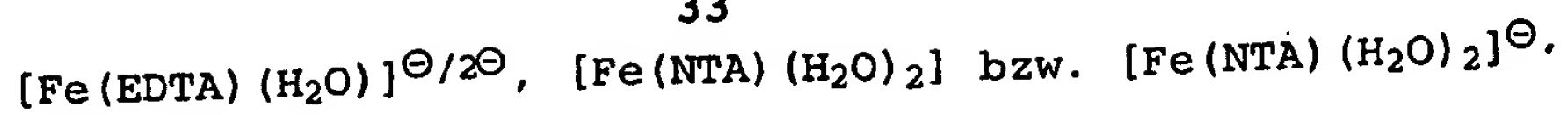
15



30

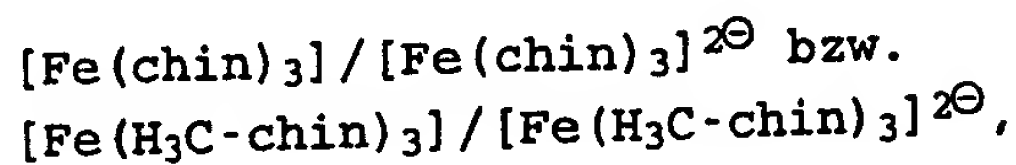
wobei natürlich auch Mischungen verschiedener Dinitrile als Ausgangsmaterial eingesetzt werden können. Die Reste  $L^7$  können unabhängig voneinander bedeuten Wasserstoff, Halogen,  $SO_3H$ ,  $SO_2NH_2$ ,  $SO_2NH$  ( $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl),  $SO_2N(C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl) $_2$ ,  $CONH_2$ ,  $CONH(C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl),  $CON(C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl) $_2$ , Cyano, Hydroxy,  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl,  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkoxy oder  $C_1$ - $C_{12}$ -Alkylthio. Bevorzugte Halogene sind Cl und Br. Entsprechende Beispiele für  $C_1$ - $C_{12}$ -Reste wurden bereits weiter oben gegeben. Weitere N- sowie N,O-haltige Liganden, welche für die Herstellung erfindungsgemäß verwendbarer Fe-Verbindungen eingesetzt werden können, sind der Schrift DE-A 4 416 438 zu entnehmen.

Mit N,O-haltigen Liganden, wie Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) oder Nitrilotriessigsäure (NTA), ergeben sich Verbindungen wie



mit 8-Hydroxychinolin(chin) oder 5-Methyl-8-hydroxychinolin ( $\text{H}_3\text{C}$ -chin) Verbindungen wie

5



welche sich ebenfalls verwenden lassen.

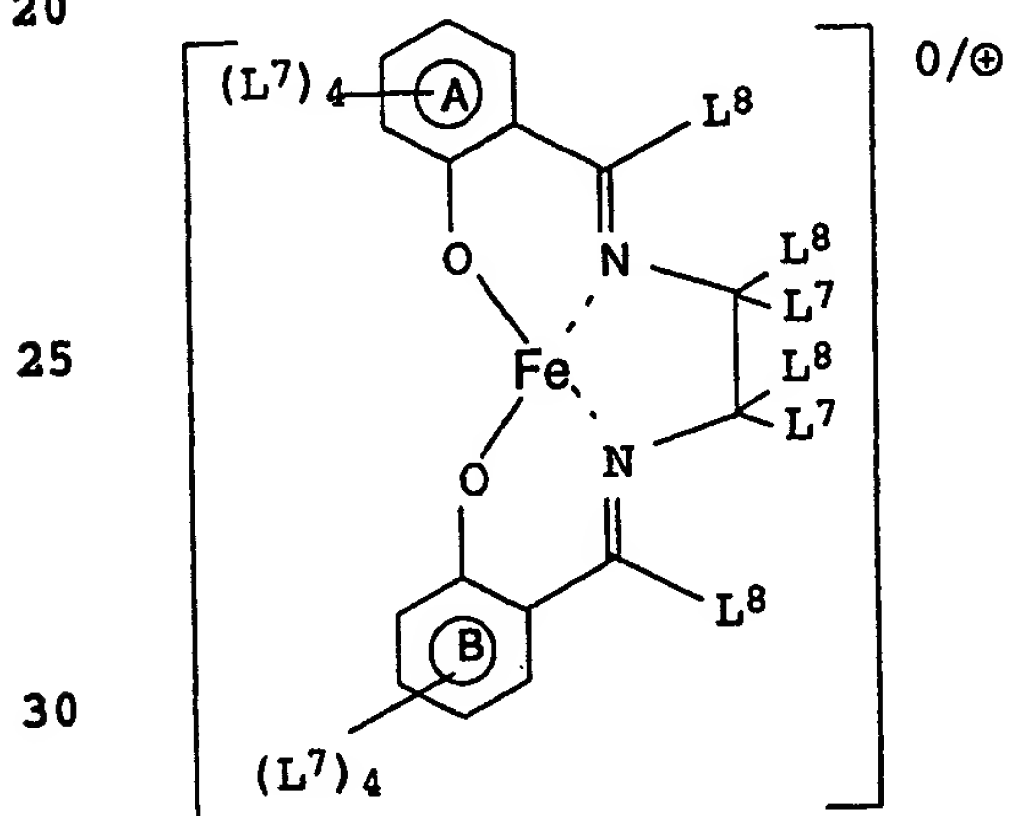
10

Fe-Komplexe mit Azofarbstoffen sind in den Schriften US 5 376 151 sowie DE-A 19 546 600 aufgeführt.

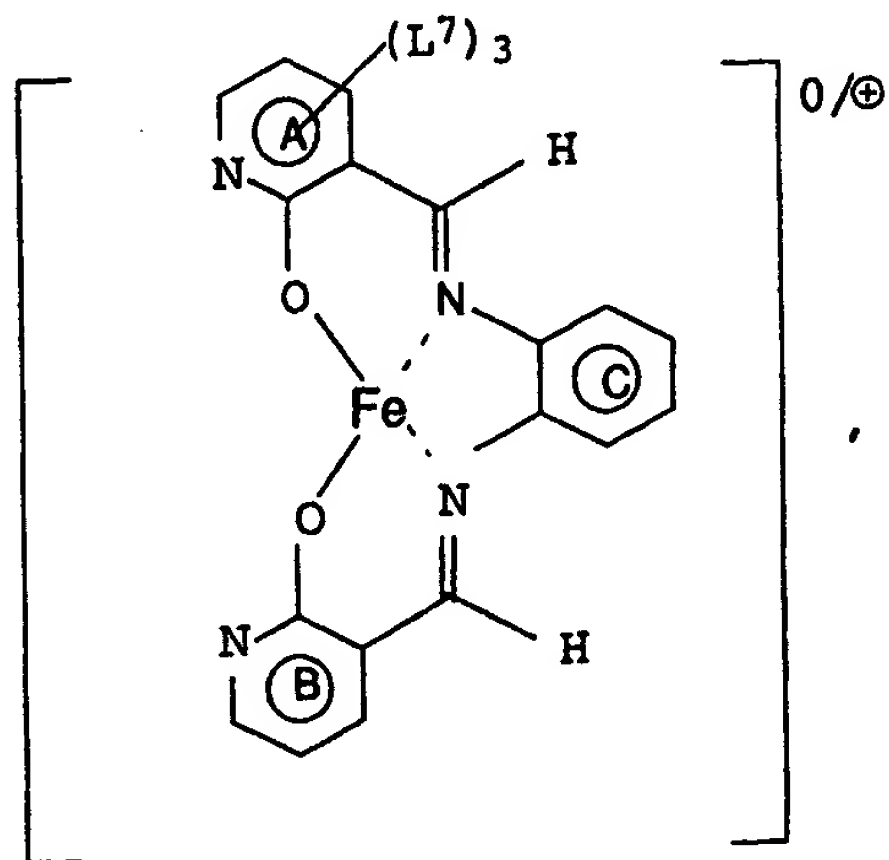
Auch solche eisenhaltigen Farbstoffe lassen sich erfindungsgemäß  
15 einsetzen.

Weitere erfindungsgemäß einzusetzende Fe-Verbindungen mit N,O-haltigen Chelatliganden besitzen die folgenden Formeln

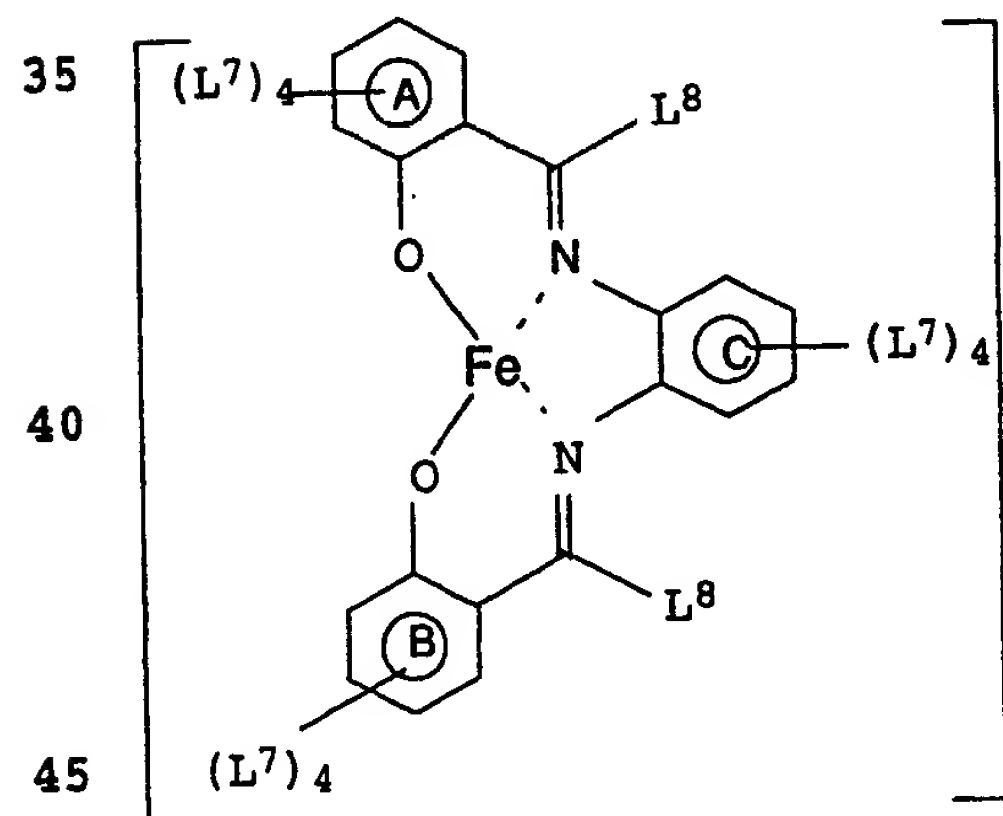
20



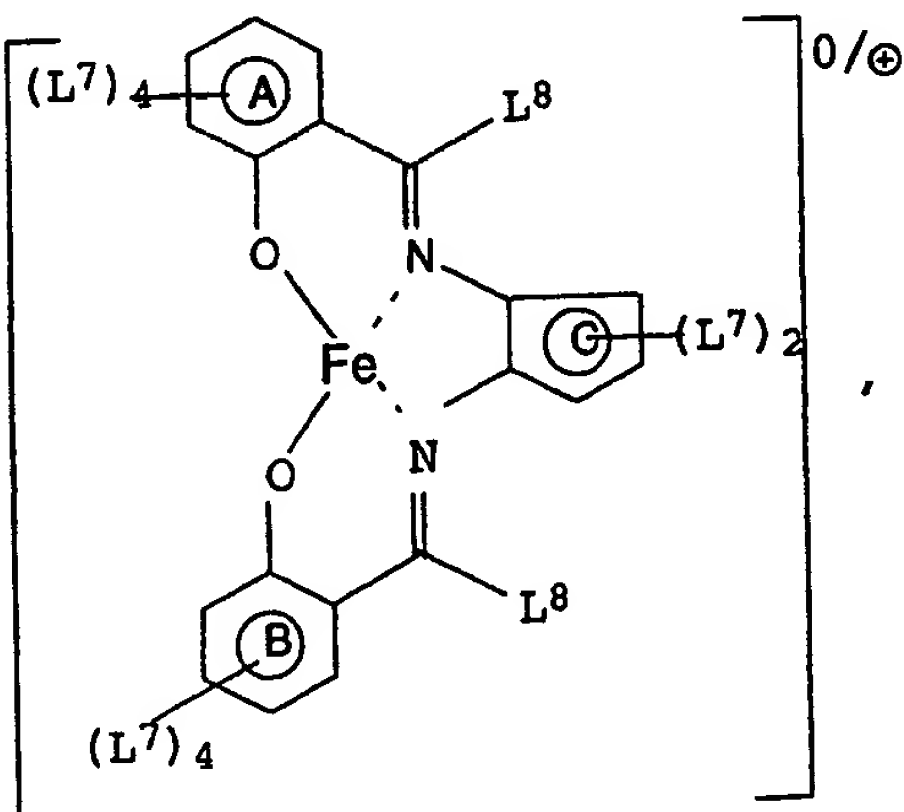
25



30



40

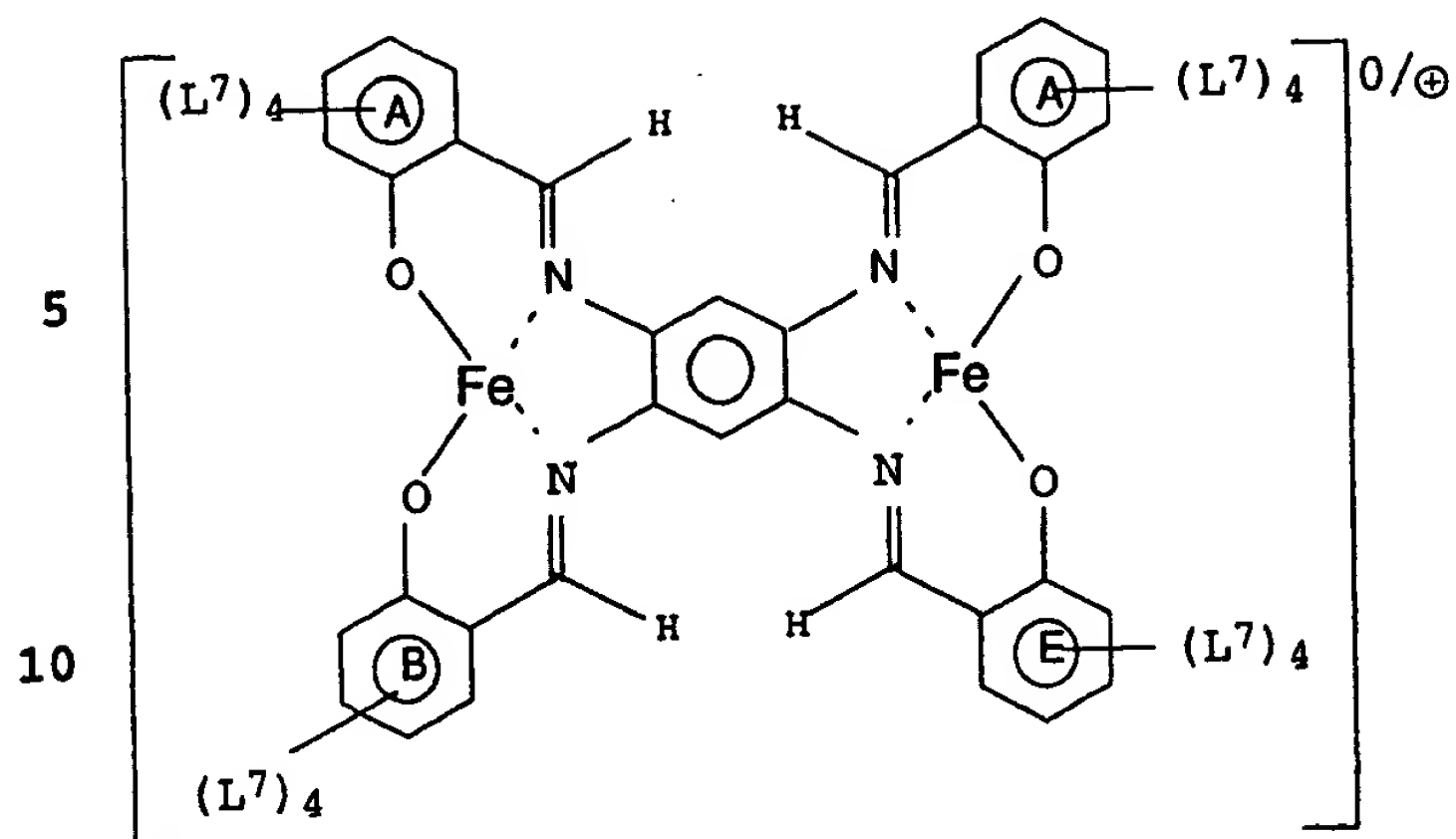


45

X = NH, O, S



34

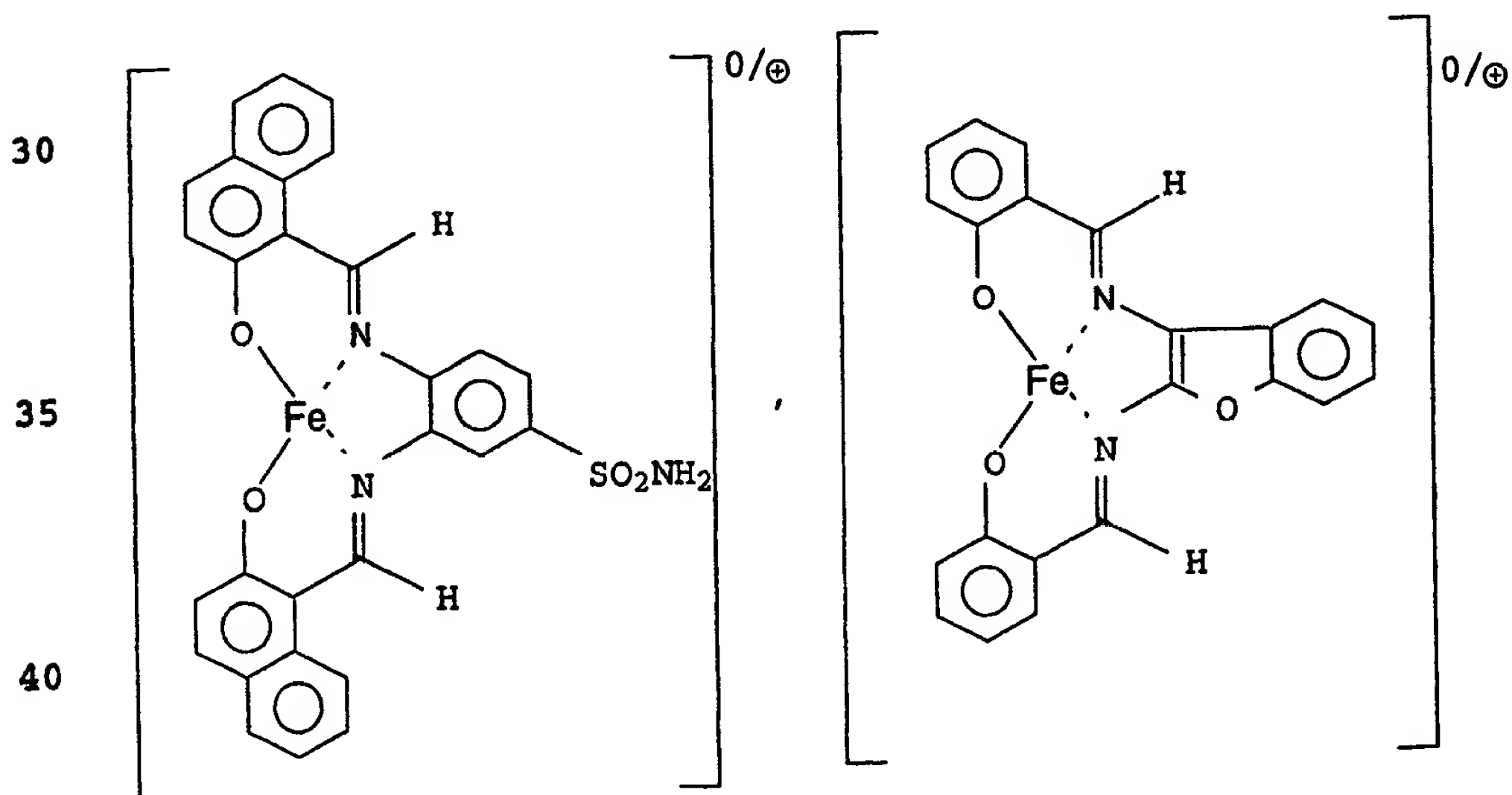


15 wobei die Reste L<sup>7</sup> die bereits weiter oben angegebene Bedeutung haben. Die Reste L<sup>8</sup> bedeuten unabhängig voneinander Wasserstoff, Cyano, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>-Alkyl, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>-Alkoxy oder Halogen, wobei Cl und Br bevorzugt sind. Die aromatischen oder heteroaromatischen Ringe A, B, C, D und E können zudem benzanelliert sein, wobei sich die je-

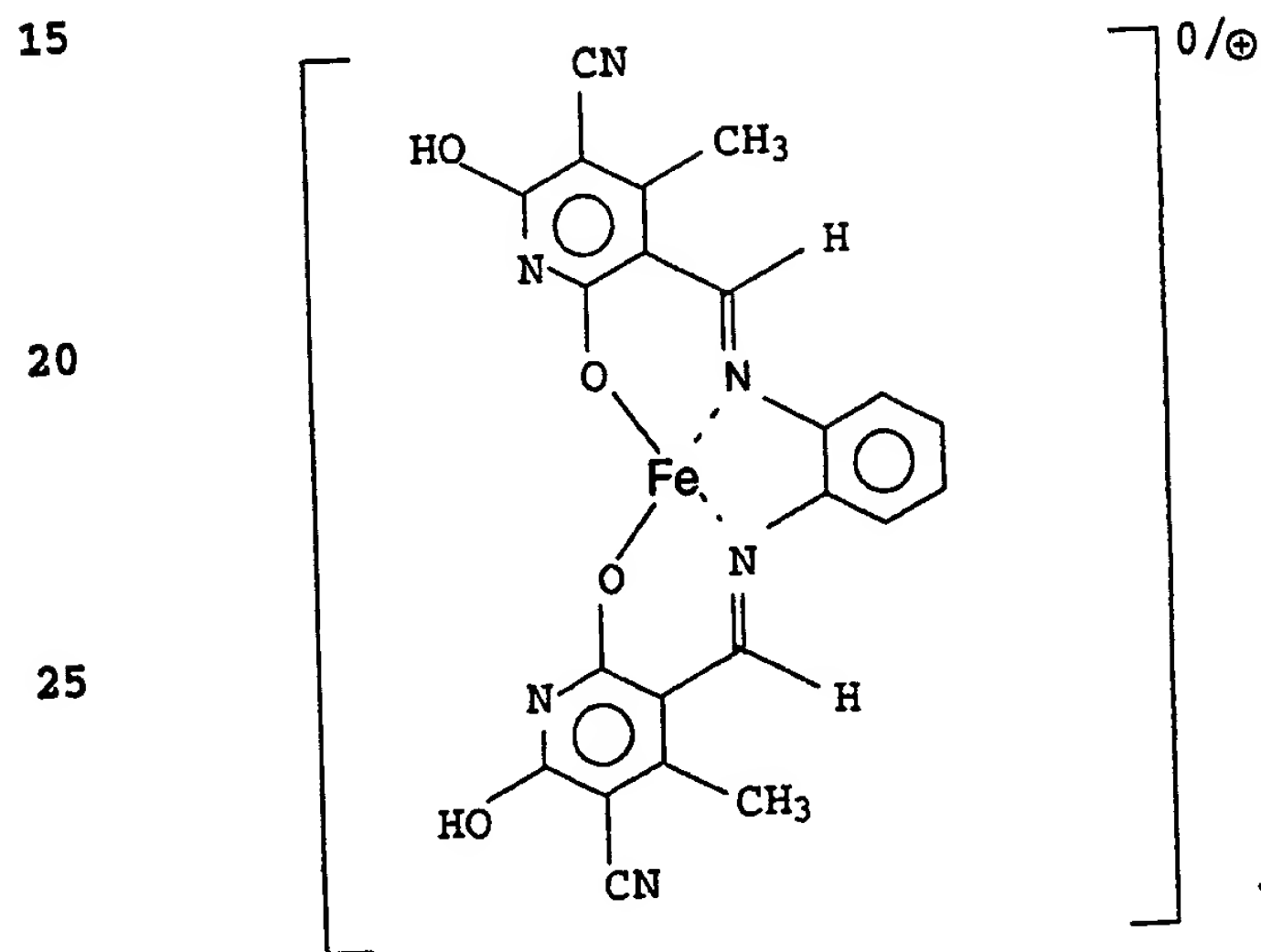
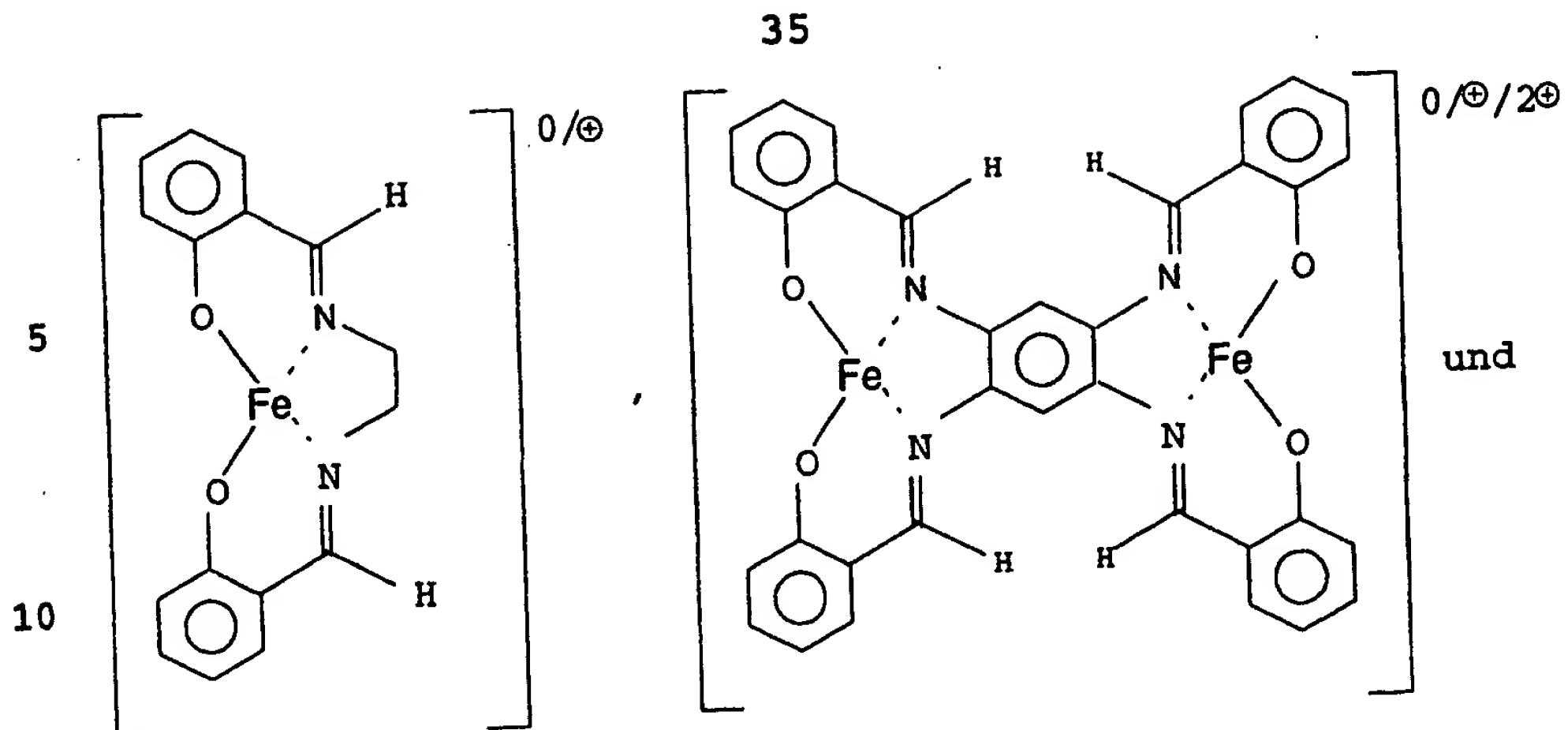
20 weils vorhandenen Reste L<sup>7</sup> der dann benzanellierten Ringe A, B, C auf die verbleibenden sechs Positionen verteilen. "0/⊕" beispielsweise gibt, je nachdem ob Fe(II) oder Fe(III) im Komplex vorhanden ist, die Gesamtladung an (also 0 bei Vorliegen von Fe(II), +1 ("⊕") bei Vorliegen von Fe(III)).

25

Beispiele solcher Fe-Verbindungen sind

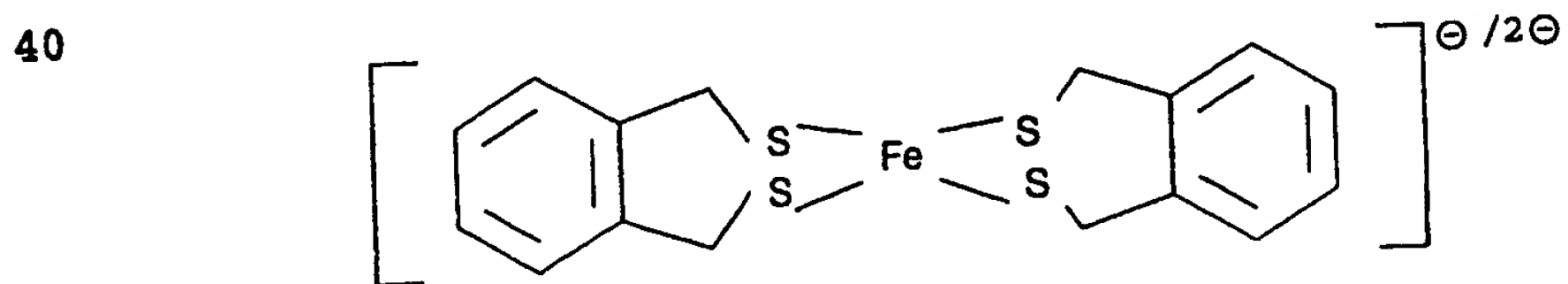


45



Die Herstellung dieser N,O-haltigen Liganden ist gut bekannt und erfolgt in der Regel durch Kondensation von aromatischen oder heteroaromatischen  $\alpha$ -Hydroxyaldehyden mit einem aliphatischen oder aromatischen Diamin oder Mehrfachamin. Anschließend erfolgt die Umsetzung der Liganden mit einem Fe-Salz in wässriger Lösung.

Andere verwendbare Fe-Verbindungen mit S-haltigen Liganden sind etwa



oder  $[\text{Fe}_4\text{S}_4(\text{SR})_4]^{4\ominus/3\ominus}$ , aber auch Komplexe des Fe(II)/Fe(III) mit Dithiocarbonaten  $\text{R}_2\text{NCS}_2^\ominus$  wie etwa  $[\text{Fe}(\text{S}_2\text{CNR}_2)_3]^\ominus$  ( $\text{R}=\text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$ ).

- Weiter lassen sich auch Verbindungen der Gruppe e) einsetzen.
- 5 Bevorzugt werden bei den Fe-Halogeniden die Fe(II)- und Fe(III)-Salze von Cl und Br, sowie die Komplexverbindungen  $\text{FeX}_4^{\ominus/2\ominus}$  ( $\text{X}=\text{Cl}, \text{Br}$ ) eingesetzt. Zu den erfindungsgemäß einzusetzenden Fe-Pseudohalogenid-Verbindungen zählen beispielsweise  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3\ominus}/[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4\ominus}$  sowie Thiocyanatkomplexe der Reihe
- 10  $[\text{Fe}(\text{SCN})_{3-x}(\text{H}_2\text{O})_{3+x}]^{x\oplus}$  ( $x = 0, 1, 2$ ).

Als Gegenionen aller aufgeführten negativ geladenen Komplexionen finden bevorzugt  $\text{H}^\oplus$ ,  $\text{Na}^\oplus$ ,  $\text{K}^\oplus$  und Ammoniumionen  $\text{NH}_4^\oplus$  sowie  $\text{N}(\text{CH}_3)_4^\oplus$ , bei den Hexacyanoferraten aber neben  $\text{K}^\oplus$  auch  $\text{Fe}^{2\oplus}$  im

15 Falle des  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{3\ominus}$  und  $\text{Fe}^{3\oplus}$  im Falle des  $[\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4\ominus}$  Einsatz.

Bei den aufgeführten positiv geladenen Komplexionen werden bevorzugt als Gegenionen  $\text{Cl}^\ominus$ ,  $\text{Br}^\ominus$ ,  $\text{I}^\ominus$ ,  $\text{SO}_4^{2\ominus}$ ,  $\text{H}_3\text{CCO}_2^\ominus$ ,  $\text{CrO}_4^{2\ominus}$ ,  $\text{BF}_4^\ominus$  sowie  $\text{B}(\text{C}_6\text{H}_5)_4^\ominus$  eingesetzt.

20

Natürlich können synthesebedingt aber auch unter den speziellen Bedingungen, denen die erfindungsgemäßen Stoffmischungen unterliegen, Mischungen von Eisenverbindungen vorliegen, in welchen die Fe-Zentren unterschiedliche Oxidationsstufen aufweisen.

25

- Es sei weiter angemerkt, daß sich durch Reaktion mit den in den erfindungsgemäßen Stoffmischungen vorhandenen Komponenten die eingesetzten Eisenverbindungen von den eigentlich wirksamen unterscheiden können. Als hauptsächliche Reaktionspartner für die
- 30 eingesetzten Eisenverbindungen kommen dabei die vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) in Frage, welche noch mit aromatischen oder heteroaromatischen Gruppierungen substituiert sein können. Gerade solche Gruppierungen bilden oft relativ stabile  $\pi$ -Komplexe mit Fe-Zentren (vgl. auch die erfindungsgemäß einzusetzenden
- 35 metallorganischen Fe-Verbindungen).

- Zur Aktivierung der Fe-Verbindungen kann eine Vorbehandlung mit peroxogruppenhaltigen Substanzen erfolgen. Als solche kommen z.B. in Frage  $\text{H}_2\text{O}_2$ , Carosche Säure und Peroxodischwefelsäure sowie
- 40 deren Mono- oder Disalze mit Natrium oder Kalium, weiterhin auch organische Persäuren, wie Benzoepersäure oder substituierte Benzoepersäure aber auch Peroxoverbindungen, wie tert.-Butylperoxid. Die Aktivierung erfolgt bevorzugt in Gegenwart des zur Herstellung der gewünschten Nitroxylverbindung einzusetzenden Ausgangs-
- 45 materials. Falls gewünscht, können zusätzlich noch Nitroverbindungen (C) und/oder Costabilisatoren (D) zugegen sein sowie Lösungs- und/oder Suspendierungsmittel, deren chemische Identität

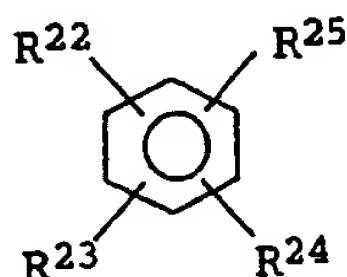
sowie Menge man gegebenenfalls durch einige Vorversuche ermitteln muß oder die dem Fachmann bekannt sind.

Eine weitere Aktivierung der Fe-Verbindungen, besonders wenn  
5 diese nur in geringem Maße in den erfindungsgemäßen Stoff-  
mischungen löslich sind, besteht in deren Feinmahlung. Diese Mah-  
mischungen löslich sind, besteht in deren Feinmahlung. Diese Mah-  
nung, welche mit den üblichen Aggregaten erfolgt, kann im trocke-  
nen oder feuchten Zustand, gegebenenfalls an der erfindungs-  
gemäßen Stoffmischung erfolgen. Gewünschtenfalls lassen sich aber  
10 auch gängige Dispergiermittel einsetzen oder beimischen. Neben  
den oben genannten peroxogruppenhaltigen Substanzen kann auch  
Sauerstoff, z.B. Luftsauerstoff, als alleiniger oder auch zusätz-  
licher Aktivator dienen. Dies wird bewerkstelligt durch Mahlung  
an Luft oder unter einer definiert eingestellten Mischung aus  
15 Sauerstoff (Luft) und einem Inertgas, wie etwa Stickstoff.

Für Eisenverbindungen, welche in den Stoffmischungen schwer lös-  
lich sind, kann eine weitere Aktivierung darin bestehen, sie in  
geeigneten Lösungsmitteln unter An- oder Abwesenheit der genann-  
20 ten Aktivatoren wie peroxogruppenhaltigen Substanzen oder Sauer-  
stoff auf- oder auch nur anzulösen und durch geeignete Maßnahmen  
wieder auszufällen. Solche Maßnahmen können beispielsweise sein  
- eventuell auch abhängig vom verwendeten Lösungsmittel - Verdün-  
nung mit einer Flüssigkeit, in welcher die Fe-Verbindung unlös-  
25 lich ist, Neutralisation mit einer Säure oder Lauge, Abkühlen der  
Lösung, Gefriertrocknung oder Sprühtrocknung.

Im Falle des Fe-Phthalocyanins oder des Fe-Tetraazaannulens las-  
sen sich beispielsweise durch Behandlung mit Oleum Sulfonsäure-  
30 derivate herstellen, welche zum Teil gelöst oder fein dispergiert  
vorliegen und durch Verdünnung mit Wasser ausgefällt werden. Die  
so erhaltenen, feinteiligen Suspensionen können dann, gegebenen-  
falls nach (partieller) Neutralisation, mit oben genannten Sub-  
stanzen weiter aktiviert werden, wobei auch hier wieder die für  
35 die Herstellung der Nitroxylverbindungen einzusetzenden Ausgangs-  
verbindungen zugegen sein können.

Als zusätzliche Komponente (C) können die beanspruchten Stoff-  
mischungen mindestens eine aromatische Nitroverbindung der For-  
40 mel (III) enthalten



(III),

worin

- 5  $R^{22}, R^{23}, R^{24}$  und  $R^{25}$  unabhängig voneinander jeweils Wasserstoff,  $C_1-C_6$ -Alkyl, Halogen oder einen Rest der Formel  $CN, SCN, NCO, OH, NO_2, COOH, CHO, SO_2H$  oder  $SO_3H$  bedeuten,

mit der Maßgabe, daß mindestens einer der Reste  $R^{22}, R^{23}, R^{24}$  und  $R^{25}$  eine Nitrogruppe ist, und der aromatische Ring zusätzlich noch benzoanelliert sein kann.

- In Frage kommende Verbindungen sind beispielsweise 1,3-Dinitrobenzol, 1,4-Dinitrobenzol, 2,6-Dinitro-4-methylphenol, 2-Nitro-4-methylphenol, 2,4,6-Trinitrophenol, 2,4-Dinitro-1-naphthol, 2,4-Dinitro-6-methylphenol, 2,4-Dinitrochlorbenzol, 2,4-Dinitrophenol, 2,4-Dinitro-6-sec-butylphenol, 4-Cyano-2-nitrophenol oder 3-Iod-4-cyano-5-nitrophenol. Bevorzugt werden aromatische Nitroverbindungen, wie 2,6-Dinitro-4-methylphenol, 2-Nitro-4-methylphenol, 2,4-Dinitro-6-sec-butylphenol bzw. 2,4-Dinitro-6-methylphenol verwendet, in welchen je einer der Reste  $R^{16}, R^{17}, R^{18}$  und  $R^{19}$  eine Nitro-, eine Hydroxy- und eine  $C_1-C_6$ -Alkylgruppe ist.

- Weiter kann die Stoffmischung, gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindung als Komponente (C), zusätzlich noch ein oder mehrere Costabilisatoren (D) aus der Gruppe der aromatischen Nitrosoverbindungen, Phenothiazine, Chinone, Hydrochinone und deren Ether, Phenole und deren Ether, Hydroxylamine und Phenylen-diamine, enthalten.

- 30 Als aromatische Nitrosoverbindungen kommen z.B. p-Nitrosophenol, p-Nitroso-o-kresol oder p-Nitroso-N,N'-diethylanilin in Betracht.

Weitere Costabilisatoren können auch substituierte Phenole oder Hydrochinone, beispielsweise die folgenden:

- 35 4-tert-Butylbrenzcatechin, Methoxyhydrochinon, 2,6-Di-tert-butyl-4-methylphenol, n-Octadecyl- $\beta$ -(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionat, 1,1,3-Tris-(2-methyl-4-hydroxy-5-tert-butylphenyl)-butan, 1,3,5-Trimethyl-2,4,6-tris-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)-benzol, 1,3,5-Tris-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxybenzyl)-isocyanurat, 1,3,5-Tris-[ $\beta$ -(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionyloxyethyl-isocyanurat, 1,3,5-Tris-(2,6-dimethyl-3-hydroxy-4-tert-butylbenzyl)-isocyanurat oder Pentaerythrit-tetrakis-[ $\beta$ -(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionat] sein.

- 45 Zur Stabilisierung der erfindungsgemäßen Stoffmischungen enthalten diese eine wirksame Menge der Mischung (B) gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls



Costabilisatoren (D), was im allgemeinen 0,0002 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 0,0005 bis 0,5 Gew.-%, der Summe aus (B) und gegebenenfalls (C) und/oder (D), jeweils bezogen auf die Gesamtmenge der Stoffmischung bedeutet.

5

Unter inerten Bedingungen, wie z.B. unter Stickstoffatmosphäre, ist es vorteilhaft, Mischungen der erfindungsgemäßen Mischung (B) mit mindestens einer Nitroverbindung - exemplarisch wurden bereits geeignete Substanzen genannt - als Komponente (C) einzusetzen. Das geeignete Verhältnis von Mischung (B) zu Komponente (C) ist dabei von den individuellen Randbedingungen wie etwa der chemischen Natur der zu stabilisierenden Verbindungen (A), der beispielsweise während einer Destillation einzuhaltenden Temperaturbereiche (u.a. wichtig im Hinblick auf die Flüchtigkeit und damit Verteilung der Komponenten (B) und (C) zwischen dampfförmiger und flüssiger Phase) oder auch des (Rest-)Sauerstoffgehalts im verwendeten Aggregat abhängig. Dem Fachmann ist es jedoch möglich, unter Berücksichtigung der jeweiligen Umstände mittels Vorversuchen ein optimiertes Verhältnis dieser Komponenten zu ermitteln.

Üblicherweise ist eine Variation des Gehalts an Komponenten (B) und (C) im Bereich von 0,05 Gew.-% bis 96,0 Gew.-% bzw. 96,0 Gew.-% bis 0,05 Gew.-%, jeweils bezogen auf die Gesamtmenge an (B) und (C) anzunehmen.

Da Nitroxylverbindungen meist relativ teuer sind, wird man anstreben, deren Anteil in der Regel klein zu halten. Bevorzugt setzt man daher Komponente (B) in einem Anteil von 0,05 Gew.-% bis 4,5 Gew.-%, Komponente (C) in einem Anteil von 95,5 Gew.-% bis 99,95 Gew.-% bezogen auf die Gesamtmenge von (B) und (C) ein. Bevorzugt ist ein Gehalt an (B) bzw. (C) von 0,1 Gew.-% bis 4,0 Gew.-% bzw. 99,9 Gew.-% bis 96,0 Gew.-%.

Die Costabilisatoren (D) werden gegebenenfalls in einem Anteil an der Gesamtmischung aus den Komponenten (B), gegebenenfalls (C) sowie (D) von 0,01 bis 20 Gew.-% eingesetzt.

Sind die zu stabilisierenden Verbindungen (A) einer Atmosphäre ausgesetzt, welche noch Anteile an (Rest-)Sauerstoff besitzt, so läßt sich der Anteil an Nitroverbindungen reduzieren oder man kann auf deren Einsatz gänzlich verzichten. Gerade im Hinblick auf die Sicherheit bei der Handhabung solcher Inhibitoren wie auch unter dem Aspekt der Reduzierung möglicher schädlicher Auswirkungen auf die Umwelt ist dies wünschenswert. So zeigen Nitroxylverbindungen alleine, aber in noch stärkerem Maße erfindungsgemäße, eisenhaltige Mischungen (B) ohne Zugabe von Nitro-

verbindungen bei Sauerstoffgehalten von einigen 10 bis einigen 10 000 ppm, wie sie u.a. in üblichen großtechnischen Destillationskolonnen vorgefunden werden, sehr gute Stabilisierungswirkung auf Verbindung (A) gegen unerwünschte vorzeitige Polymerisation.

Selbstverständlich können die erfindungsgemäßen Mischungen (B) auch Mischungen von verschiedenen Nitroxyl- und Eisenverbindungen enthalten.

- 10 Mischung (B) - gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls Costabilisatoren (D) - läßt sich den vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) vor oder während der Reinigung oder Destillation in Substanz, als Suspension oder als
- 15 Lösung unter Verwendung eines geeigneten Lösungsmittels oder Lösungsmittelgemisches in einer wirksamen Menge zugeben, um eine vorzeitige Polymerisation zu unterbinden. Im speziellen Fall kann es auch erforderlich sein, die Komponenten (i) und (ii) der Mischung (B), sowie gegebenenfalls Nitroverbindungen (C) und/oder
- 20 einen oder mehrere der genannten Costabilisatoren (D), getrennt und dann bevorzugt an räumlich unterschiedlichen Stellen zusetzen.

Weiter kann es erforderlich sein, Teilmischungen wie gegebenenfalls etwa eine Mischung aus Komponente (i) mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls mit weiteren Costabilisatoren (D) vermischt einerseits sowie Komponente (ii) andererseits getrennt und dann vorzugsweise an räumlich unterschiedlichen Stellen beizugeben. Diese Vorgehensweise wird man bevorzugt wählen, wenn es

30 sich bei Komponente (ii) um Eisenverbindungen handelt, welche in den zu stabilisierenden Monormischungen gut, in den während der Herstellung der Nitroxylverbindungen verwendeten Medien jedoch schlecht oder gar nicht löslich sind.

- 35 Suspension oder Lösungen der Inhibitormischungen, welche neben Mischung (B) gewünschtenfalls Nitroverbindungen (C) und/oder Costabilisatoren (D) enthalten können, werden vorzugsweise mit Wasser hergestellt. Weiterhin bevorzugt werden eingesetzt Alkanole, wie Methanol, Ethanol, Propanol sowie n-, i-, t-Butanol gegebenenfalls in Mischung mit Wasser. Diese Alkohole oder deren
- 40 Mischungen mit Wasser werden vorzugsweise im Falle der entsprechenden Ester der Acrylsäure sowie Alkylacrylsäure verwendet.

Weiter können als Suspendier- oder Lösungsmittel auch, gegebenenfalls in Mischung mit Alkoholen und Wasser, Ketone wie beispielsweise Aceton, Methylethylketon, Methylpropylketon, Methylbutylketon, Diöle wie Glykol oder Propylenglykol sowie deren Alkylmono-



oder -diether, oligomere oder polymere Ethylenglykole (Polyethylenglyckole) und Propylenglykole (Polypropylenglykole) sowie deren Alkylether, Diamine wie Ethylendiamin oder Propylendiamin sowie deren Alkylmono- oder diiminoether, oligomere oder polymere Ethylendiamine (Polyethylenimine) sowie deren Alkyliminoether eingesetzt werden. Natürlich können als Lösungs- oder Suspendiermittel auch die eingesetzten Verbindungen (A) oder deren Mischungen verwendet werden.

10 Weiter lassen sich auch Rohprodukt-Mischungen für diesen Zweck einsetzen. Soll beispielsweise sogenanntes "Ofenöl", ein bei der Dehydrierung von Ethylbenzol anfallendes Gemisch, welches überwiegend aus Styrol, Ethylbenzol, Toluol sowie noch weiteren substituierten Aromaten besteht, destillativ gereinigt werden, so  
15 kann dieses Gemisch als Lösungs- und/oder Suspendierungsmittel eingesetzt werden.

Die erfindungsgemäßen Stabilisatormischungen (B), gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls  
20 Costabilisatoren (D), können - in Substanz oder als Suspension oder Lösung - generell zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von vorzugsweise radikalisch polymerisierbaren Verbindungen verwendet werden und zeigen ihre stabilisierende Wirkung in einem breiten Temperaturbereich. Sie sind bei jeder  
25 üblichen Lagertemperatur von -50 bis +50°C wirksam und ebenso bei erhöhten Temperaturen, wie sie beispielsweise bei der Destillation oder Reinigung vinylgruppenhaltigen Verbindungen angewendet werden. Auch der Druckbereich des Stabilisierungsverfahrens ist unkritisch. Die Stabilisatoren wirken bei Normaldruck aber auch  
30 bei vermindertem oder erhöhtem Druck.

Weiter kann die erfindungsgemäße Mischung (B), gegebenenfalls unter Zusatz von Nitroverbindungen (C) und/oder Costabilisatoren (D), allgemein zur Stabilisierung organischer Materialien  
35 gegen die schädigende Wirkung von Radikalen eingesetzt werden. Unter organischen Materialien sind dabei beispielsweise Kunststoffe wie Polyacrylate, Polyolefine, PVC usw. zu verstehen. Ferner sind dies Bindemittel, wie sie z.B. Automobillackierungen oder Außenanstrichmitteln (Holzschutzmittel, Fassadenanstrichmittel usw.) zum Einsatz kommen, oder Mineralöle und Schmierstoffe.  
40 Auch zum Schutze von biologisch-organischem Material wie z.B. der Haut in Haut- und Sonnenschutzmitteln können die erfindungsgemäßen Mischungen als Komponente in entsprechenden Rezepturen eingesetzt werden. Hier kommen selbstverständlich toxikologisch  
45 bedenkliche Zusätze wie etwa Nitroverbindungen (C) nicht in Frage. Zudem muß hinsichtlich der Komponenten (i), (ii) sowie gegebenenfalls Costabilisatoren (D) eine, für kosmetische Anwendun-

gen geeignete, Kombination erstellt werden, was ein mit solchen Formulierungen vertrauter Fachmann bewerkstelligen kann.

### Beispiele

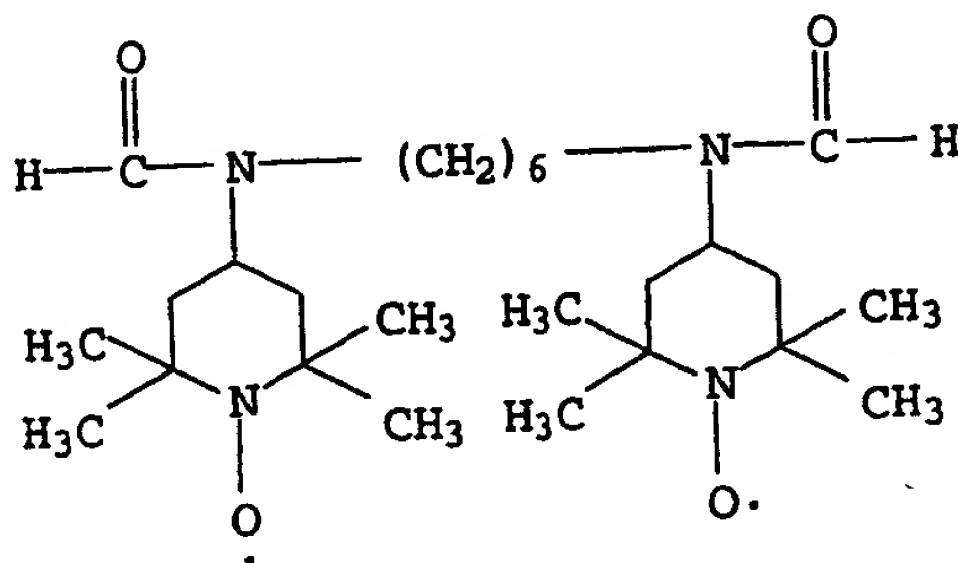
5

#### I. Eingesetzte Nitroxylverbindungen:

- a) N,N'-Bis(1-oxyl-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-N,N'-bis-formyl-1,6-diaminohexan

10

15



20

Eine Lösung von 337,5 g (0,75 mol) N,N'-Bis-[2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl]-N,N'-bis-formyl-1,6-diaminohexan und 600 ml Methanol wurde mit 0,15 g  $\text{MgSO}_4$  versetzt. Bei  $67^\circ\text{C}$  wurden 600 ml einer 30 %igen  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Lösung (5,87 mol) innerhalb von 6 h zugetropft. Anschließend erhöhte man die Temperatur auf  $81^\circ\text{C}$  und hielt den Ansatz bei dieser Temperatur für weitere 6 h, wobei der pH-Wert von 7,8 durch Zudosierung einer 50 %igen KOH-Lösung konstant gehalten wurde. Anschließend wurde der pH-Wert durch Zugabe von KOH-Lösung auf 9,0 eingestellt. Nachdem der Ansatz für weitere 2 h bei diesem pH-Wert belassen worden war, destillierte man das Methanol ab, wobei das Produkt ausfiel. Es wurde mit Wasser nachgewaschen und getrocknet.

25

30

35

Charakterisierungen zeigen, daß das erhaltene Produkt (im folgenden F genannt) zu etwa 60 Mol.-% die Dinitroxylverbindung obiger Formel enthält.

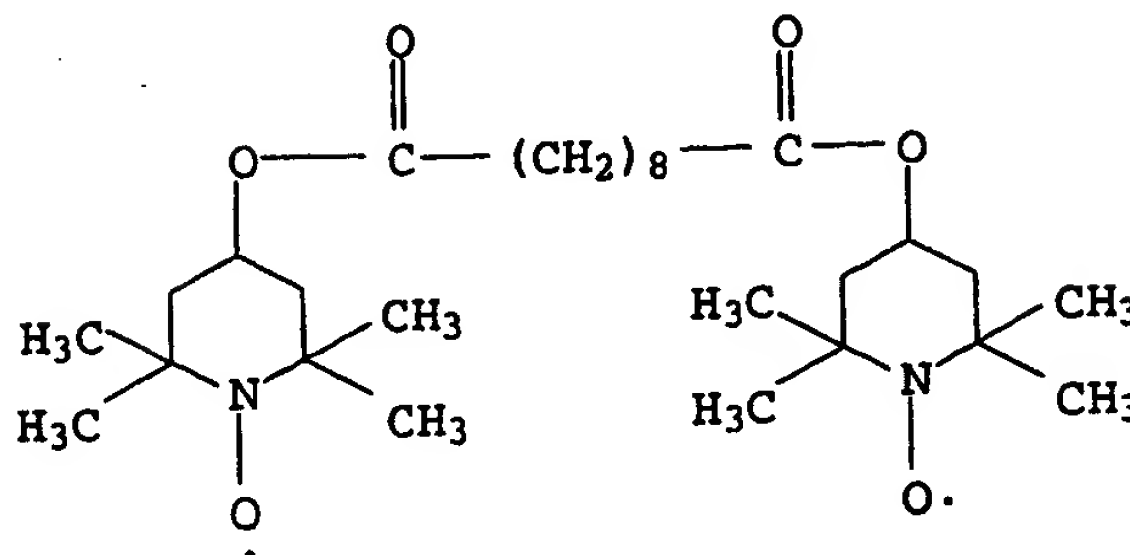
40

45

- b) Bis(1-oxy)-2,2,6,6-tetramethylpiperidin-4-yl)-sebacat

5

10



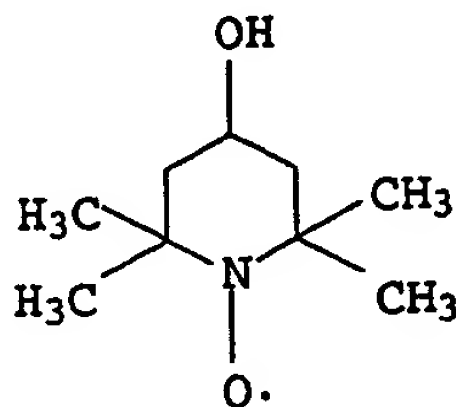
15

Die Nitroxylverbindung wurde entsprechend der Schrift US 4 665 185 ("Example 7", erster Teil der dort beschriebenen Synthese des entsprechenden Hydroxylamins) unter Einsatz der zugrundeliegenden Aminverbindung und Verwendung von  $\text{Mo}(\text{CO})_6$  und Tertiärbutylhydroperoxid im Methylenchlorid als Lösungsmittel hergestellt und durch Umkristallisation aus einem Ethanol/Wasser-Gemisch in etwa 90%iger Ausbeute erhalten (im folgenden wird diese Nitroxylverbindung TEMPO-S genannt).

20

- c) 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethyl-4-hydroxy-piperidin

25



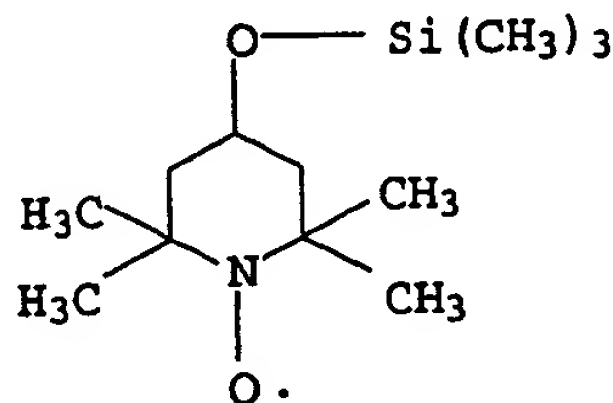
30

Bei dieser Verbindung (im folgenden H-TEMPO genannt) handelt es sich um ein kommerziell verfügbares Produkt (Fa. HÜLS).

35

- d) 1-Oxyl-2,2,6,6-tetramethyl-4(trimethylsilyloxy)-piperidin

40



45

34,2 (0,2 mol) H-TEMPO und 64,4 g (0,4 mol) Hexamethyldisilazan wurden 4 h bei 126°C gerührt. Die Reaktionsmischung wurde im Vakuum eingeeengt. Der resultierende Rückstand wurde

im Methylenchlorid aufgenommen, im Vakuum eingeengt und im Hochvakuum getrocknet. Die Ausbeute betrug 98,9 %. Im folgenden wird die Nitroxylverbindung TMS-TEMPO genannt.

## 5 II. Herstellung der Stabilisatoren

### Herstellung von Stabilisator 1

Eine Lösung von 337,5 g (0,75 mol) N,N'-Bis-[2,2,6,6-tetramethyl-10 piperidin-4-yl]-N,N'-bis-formyl-1,6-diaminohexan und 600 ml Methanol wurde mit 0,15 g  $\text{MgSO}_4$  versetzt. Bei 67°C wurden 600 ml einer 30 %igen  $\text{H}_2\text{O}_2$ -Lösung (5,87 mol) innerhalb von 6 h zuge- tropft. Anschließend erhöhte man die Temperatur auf 81°C und hielt den Ansatz bei dieser Temperatur für weitere 6 h, wobei der pH- 15 Wert von 7,8 durch Zudosierung einer 50 %igen KOH-Lösung konstant gehalten wurde. Anschließend wurde der pH-Wert durch Zugabe von KOH-Lösung auf 9,0 eingestellt. Nachdem der Ansatz für weitere 2 h bei diesem pH-Wert belassen worden war, gab man 0,3 g fein- pulverisiertes Eisen-dibenzo[b, i]-1,4,8,11-tetraaza-(14)annulen 20 in 50 ml Methanol gelöst langsam zu und destillierte nach 2 h das Methanol ab, wobei das Produkt ausfiel. Es wurde mit Wasser nach- gewaschen und getrocknet (Stabilisator 1).

Da die zugegebene Eisenverbindung unter den angeführten Herstell- 25 bedingungen unlöslich ist, findet sie sich quantitativ in Mischung mit der entstandenen Nitoxylverbindung wieder. Die Eisenverbindung wirkt katalytisch auf die Zersetzung von überschüs- sigem  $\text{H}_2\text{O}_2$  und wird dabei in situ aktiviert. Unter der Annahme, daß nach der Umsetzung ca. 60 Mol-% der Dinitroxylverbindung und 30 ca. 40 % des nicht vollständig oxidierten Ausgangsmaterials vor- liegen und daß weiterhin eine nahezu quantitative Isolierung die- ser Verbindungen erfolgt ist, ergibt sich eine Mischung aus 99,92 Gew.-% der Oxidationsprodukte und 0,08 Gew.-% des in situ oxidierten  $\text{Fe}(\text{taa})$ .

35

### Herstellung von Stabilisator 2

Es wurde eine Mischung aus 99,2 Gew.-% TEMPO-S und 0,8 Gew.-% feinpulverisiertem  $\text{Fe}(\text{taa})$  hergestellt (Stabilisator 2).

40

### Herstellung von Stabilisator 3

a) 1 g Eisen-dibenzo[b, i]-1,4,8,11-tetraaza-(14)annulen (Fe(taa)) wurde in 50 ml Methanol suspendiert und unter Rück- 45 fluß 10 ml 30%iges  $\text{H}_2\text{O}_2$  langsam zugetropft. Als der Ansatz frei von Peroxid war, wurden 40 ml Wasser zugegeben. Der

Feststoff wurde abgesaugt und bei 80°C und einem Druck von 35 mbar getrocknet.

- b) Es wurde eine Mischung aus 99,2 Gew.-% TEMPO-S und 0,8 Gew.-% des gemäß a) oxidierten Fe(taa) hergestellt (Stabilisator 3).

Herstellung der Stabilisatoren 4 und 5

Es wurde eine Mischung aus 99,2 Gew.-% der Nitroxylverbindung und 0,8 Gew.-% der Eisenverbindung hergestellt.

| Stabilisator | Nitroxylverbindung | Eisenverbindung              |
|--------------|--------------------|------------------------------|
| 4            | H-TEMPO            | oxidiertes Fe(taa) gemäß 3a) |
| 5            | TMS-TEMPO          | oxidiertes Fe(taa) gemäß 3a) |

Herstellung der Stabilisatoren 6 und 7

- Aus F und 2,4-Dinitro-6-sec-butylphenol (DNBP) wurden nachfolgende Mischungen hergestellt:

| Stabilisator | F (Gew.-%) | DNBP (Gew.-%) |
|--------------|------------|---------------|
| 6            | 2          | 98            |
| 7            | 3          | 97            |

30

35

40

45

Tabelle 1

| Stoff-<br>mischung | Stabilisator       | Verbindung (A) | T (°C) | Stabilisatorgehalt in<br>Stoffmischung<br>(Gew.-%) | Polymergehalt im<br>stationären Zustand<br>(Gew.-%) |
|--------------------|--------------------|----------------|--------|--|---|
| A                  | F (Vergl.)         | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,14  |
| B                  | 1                  | Styrol         | 110    | 0,012  | 0,01  |
| C                  | 1                  | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,01  |
| D                  | TEMPO-S (Vergl.)   | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,30  |
| E                  | 2                  | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,10  |
| F                  | 3                  | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,06  |
| G                  | H-TEMPO (Vergl.)   | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,10  |
| H                  | 4                  | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,01  |
| I                  | TMS-TEMPO (Vergl.) | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,28  |
| J                  | 5                  | Styrol         | 114    | 0,012  | 0,00  |
| K                  | 6 (Vergl.)         | Styrol         | 110    | 0,15   | 0,02  |
| L                  | 7 (Vergl.)         | Styrol         | 110    | 0,10   | 0,04  |

## III. Mischungen:

## Stationäre Messungen an den Stoffmischungen

- 5      500 g der in Tabelle 1 aufgeführten Stoffmischungen aus Styrol (Verbindung (A)) und den verschiedenen Stabilisatoren wurden in einem Reaktionsgefäß unter Stickstoff und Normaldruck auf die in Tabelle 1 angeführte Temperatur T erhitzt. In diese temperierte Stoffmischung wurden 250 g pro Stunde
- 10     einer identischen Stoffmischung kontinuierlich zudosiert und die gleiche Menge kontinuierlich entnommen. Im Auslaß wurde der Gleichgewichtspolymergehalt im stationären Zustand gemessen.

15

20

25

30

35

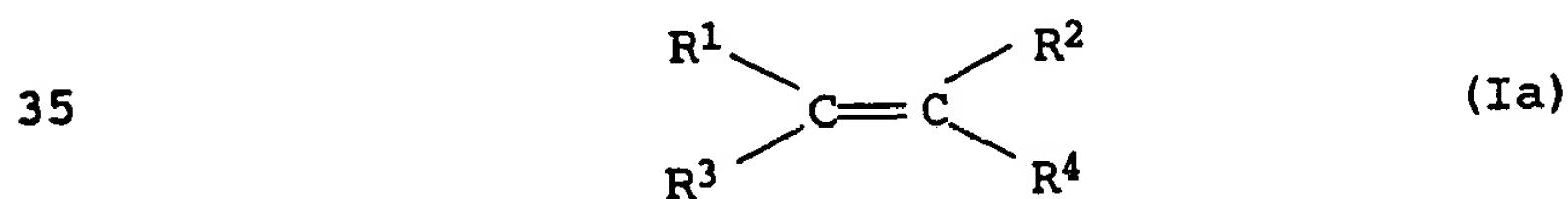
40

45



## Patentansprüche

1. Stoffmischungen enthaltend
- 5 (A) vinylgruppenhaltige Verbindungen,
- (B) eine wirksame Menge einer, die vorzeitige Polymerisation der vinylgruppenhaltigen Verbindungen inhibierende
- 10 Mischung, enthaltend
- (i) mindestens eine N-Oxyl-Verbindung eines sekundären Amins, welches keine Wasserstoffatome an den  $\alpha$ -C-Atomen trägt, sowie
- 15 (ii) mindestens eine Eisenverbindung,
- (C) gegebenenfalls Nitroverbindungen, sowie
- 20 (D) gegebenenfalls Costabilisatoren.
2. Stoffmischungen nach Anspruch 1, enthaltend 99,9999 bis 95 Gew.-% der Komponente (i) und 1 ppm bis 5 Gew.-% der Komponente (ii), jeweils bezogen auf die Gesamtmischung (B).
- 25 3. Stoffmischungen nach Anspruch 1, enthaltend 99,999 bis 97 Gew.-% der Komponente (i) und 10 ppm bis 3 Gew.-% der Komponente (ii), jeweils bezogen auf die Gesamtmischung (B).
- 30 4. Stoffmischungen nach den Ansprüchen 1 bis 3, welche als vinylgruppenhaltige Verbindungen (A) Verbindungen der Formel (Ia)



enthalten und worin bedeuten:

40

$R^1, R^2, R^3$  und  $R^4$  unabhängig voneinander jeweils Wasserstoff,  $C_1$ - $C_6$ -Alkyl,  $C_2$ - $C_6$ -Alkenyl, unsubstituierte oder substituierte aromatische oder heteroaromatische Reste oder Halogen,

45

mit der Bedingung, daß nicht mehr als zwei dieser Reste zugleich unsubstituierte oder substituierte aromatische oder heteroaromatische Reste sind, oder  $R^1$  und  $R^2$  oder  $R^3$  und  $R^4$  bilden zusammen eine gesättigte oder ungesättigte  $C_3$ -,  $C_4$ -,  $C_5$ - oder  $C_6$ -Alkylenbrücke, in der bis zu zwei nicht benachbarte C-Atome durch N, NH,  $N(C_1-C_4\text{-Alkyl})$ ,  $N(C_6-C_{10}\text{-Aryl})$  oder Sauerstoff ersetzt sein können.

5. Stoffmischungen nach den Ansprüchen 1 bis 3, welche als vinylgruppenhaltige Verbindungen (A) Verbindungen der Formel (Ib)



15

enthalten, wobei

Q eine chemische Einfachbindung, Sauerstoff oder eine Gruppe  $-NZ^2-$ ,

20

$Z^1$   $\begin{array}{c} O \\ || \\ -C-Z^3 \end{array}$  oder  $-Z^3$ ,

25

$Z^2$  Wasserstoff,  $C_1-C_4$ -Alkyl oder gemeinsam mit  $Z^3$  eine gesättigte oder ungesättigte  $C_3$ -,  $C_4$ - oder  $C_5$ -Alkylenbrücke, in der bis zu zwei nicht benachbarte C-Atome durch N, NH,  $N(C_1-C_4\text{-Alkyl})$ ,  $N(C_6-C_{10}\text{-Aryl})$  oder Sauerstoff ersetzt sein können,

30

$Z^3$  Wasserstoff, Hydroxy, Cyano,  $C_1-C_8$ -Alkoxy,  $C_1-C_8$ -Alkyl oder einen Rest, der zusammen mit  $Z^2$  eine gesättigte oder ungesättigte  $C_3$ -,  $C_4$ - oder  $C_5$ -Alkylenbrücke, oder  $R^1$  und  $R^2$  oder  $R^3$  und  $R^4$  bilden zusammen eine gesättigte oder ungesättigte  $C_3$ -,  $C_4$ -,  $C_5$ - oder  $C_6$ -Alkylenbrücke, in der bis zu zwei nicht benachbarte C-Atome durch N, NH,  $N(C_1-C_4\text{-Alkyl})$ ,  $N(C_6-C_{10}\text{-Aryl})$  oder Sauerstoff ersetzt sein können, und

35

40

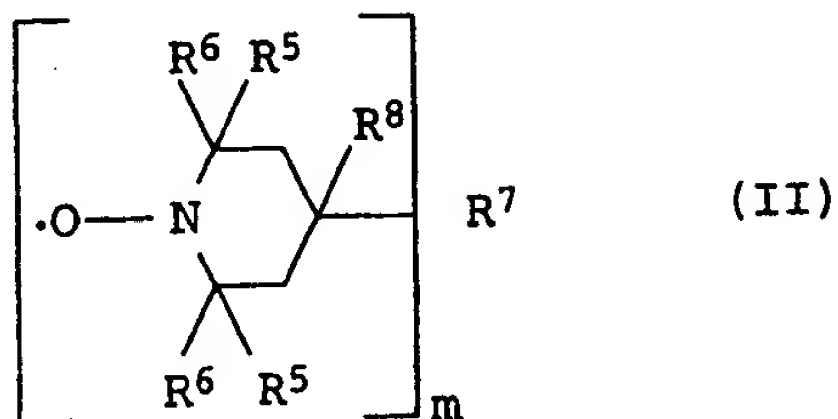
$Z^4$  Wasserstoff,  $C_1-C_4$ -Alkyl,

bedeuten.

45

6. Stoffmischungen nach den Ansprüchen 1 bis 5, welche als Komponente (i) mindestens eine Verbindung der Formel (II)

5



10

aufweisen, worin

15

R<sup>5</sup> und R<sup>6</sup> unabhängig voneinander jeweils C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl, Phenyl oder gemeinsam mit dem C-Atom, an das sie gebunden sind, einen 5- oder 6-gliedrigen gesättigten Kohlenwasserstoffring,

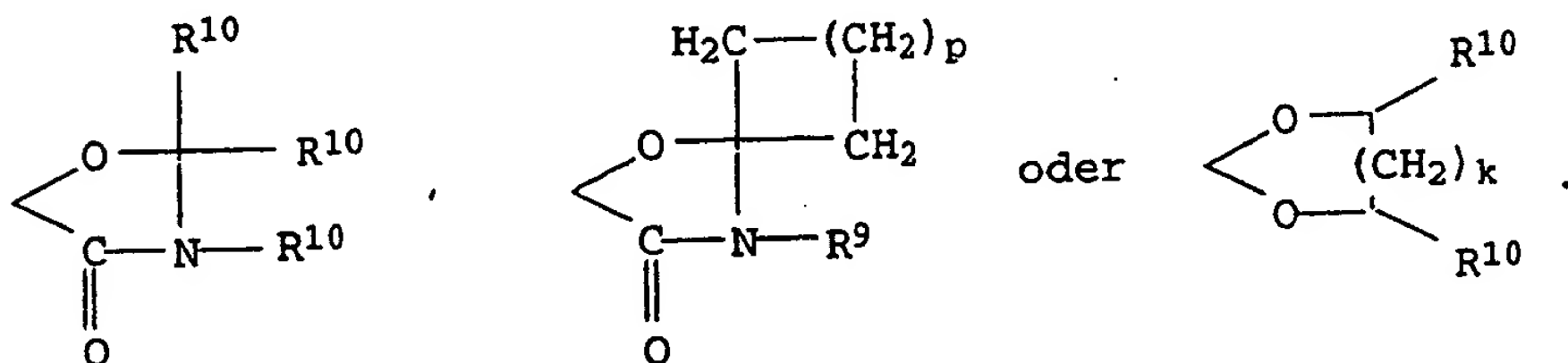
20

R<sup>7</sup> Wasserstoff, Hydroxy, Amino, SO<sub>3</sub>H, SO<sub>3</sub>M, PO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>, PO<sub>3</sub>HM, PO<sub>3</sub>M<sub>2</sub>, siliciumorganische Reste oder einen m-wertigen über Sauerstoff oder Stickstoff gebundenen organischen oder siliciumorganischen Rest, wobei M für ein Alkalimetall steht,

25

R<sup>8</sup> Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>-Alkyl oder zusammen mit R<sup>7</sup> Sauerstoff oder zusammen mit R<sup>7</sup> und dem C-Atom, an das sie gebunden sind, folgende Ringstrukturen

30



35

wobei für die Fälle, in denen R<sup>7</sup> mit R<sup>8</sup> einen gemeinsamen Rest bildet, m = 1 ist,

40

R<sup>9</sup> Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>12</sub>-Alkyl oder -(CH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>-COOR<sup>10</sup>,

R<sup>10</sup> gleiches oder verschiedenes C<sub>1</sub>-C<sub>18</sub>-Alkyl,

k 0 oder 1,

45

51

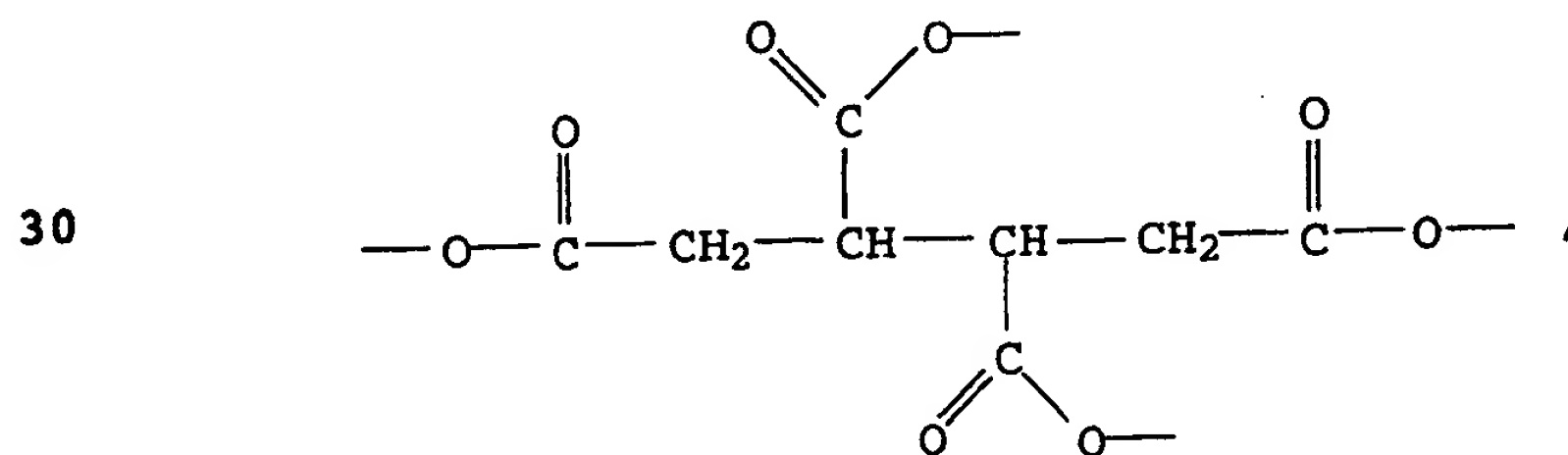
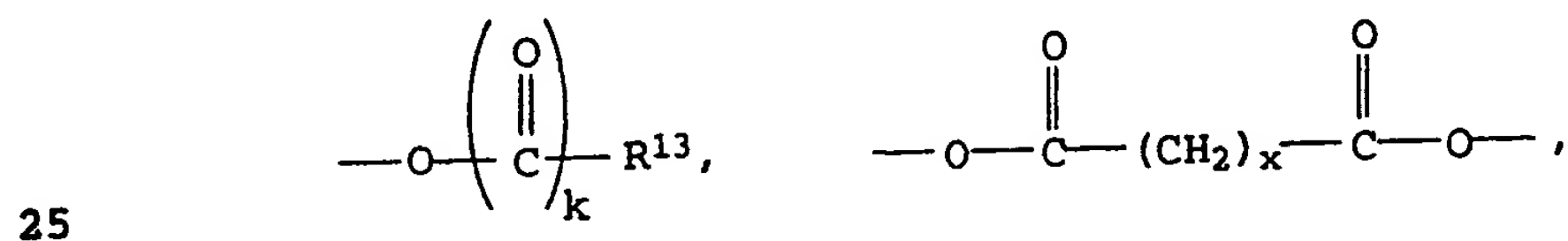
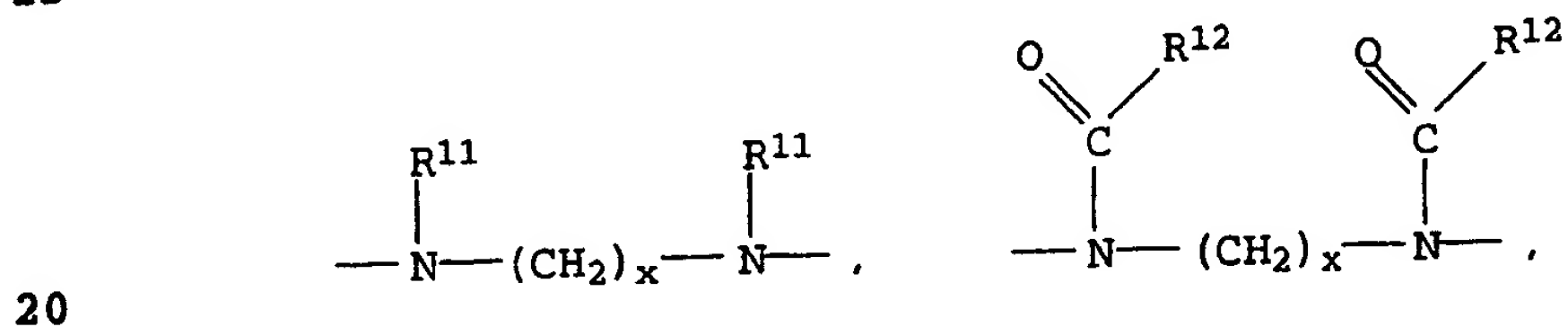
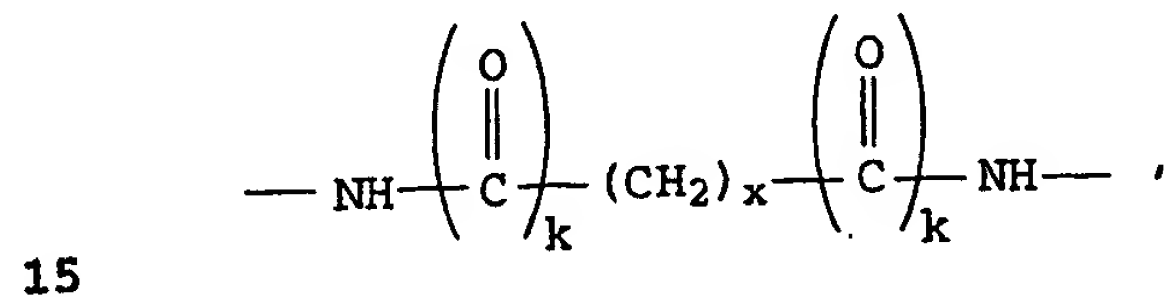
z und p unabhängig voneinander jeweils 1 bis 12 und

m 1 bis 100

5 bedeuten.

7. Stoffmischungen nach Anspruch 6, worin R<sup>7</sup> in Formel (II) ein Rest der Formel

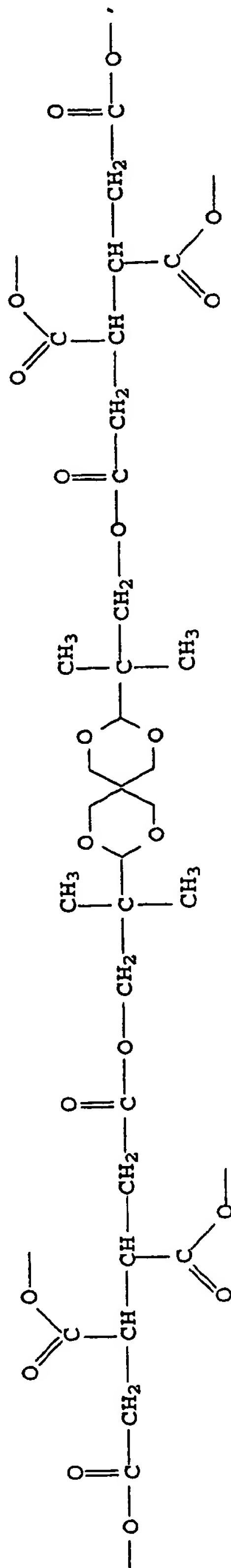
10 -O(C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub>-Alkyl),



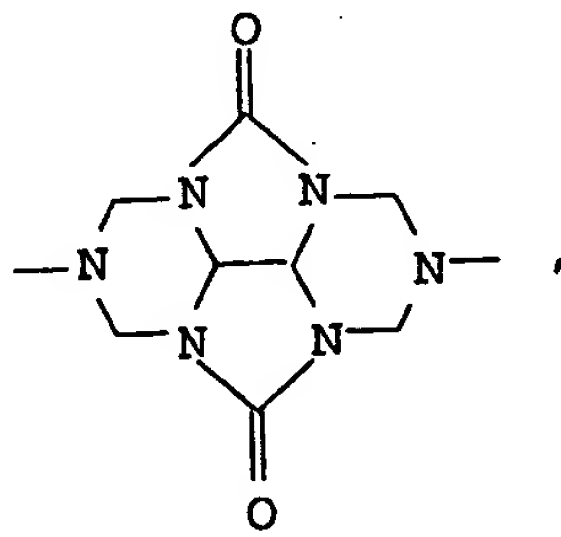
35

40

45

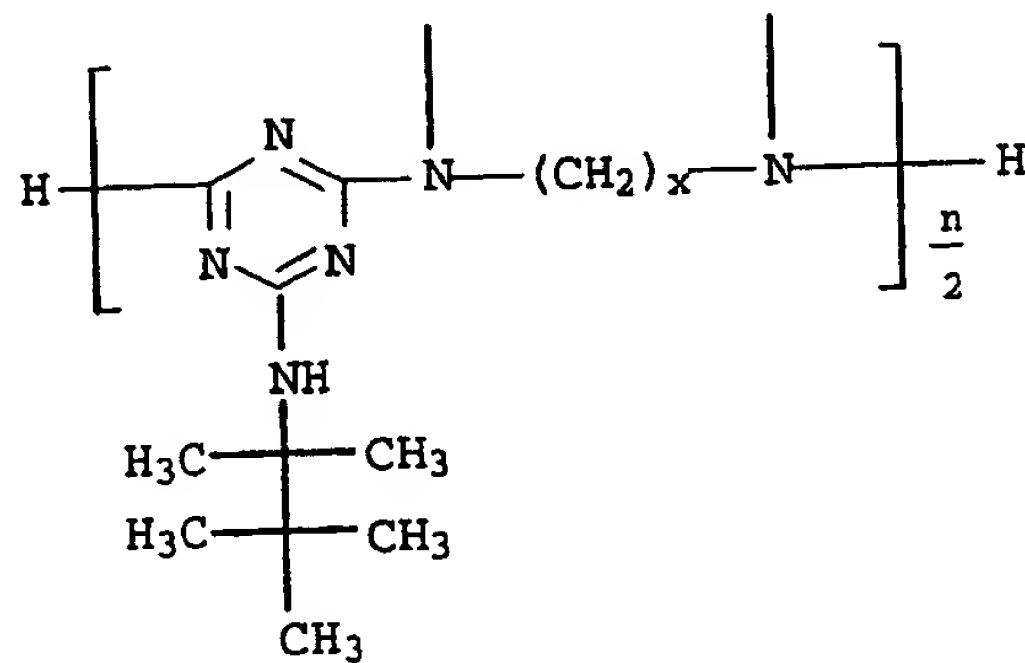


5



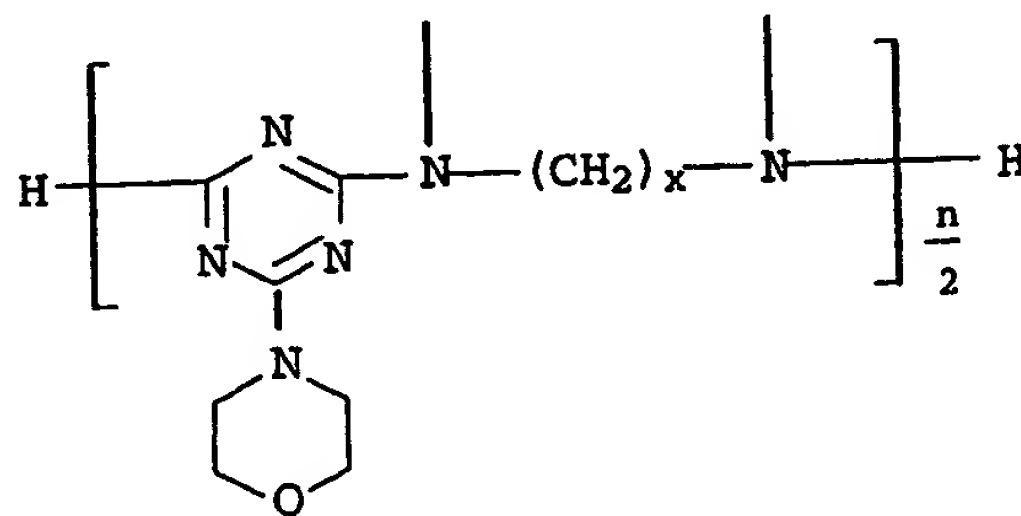
10

15



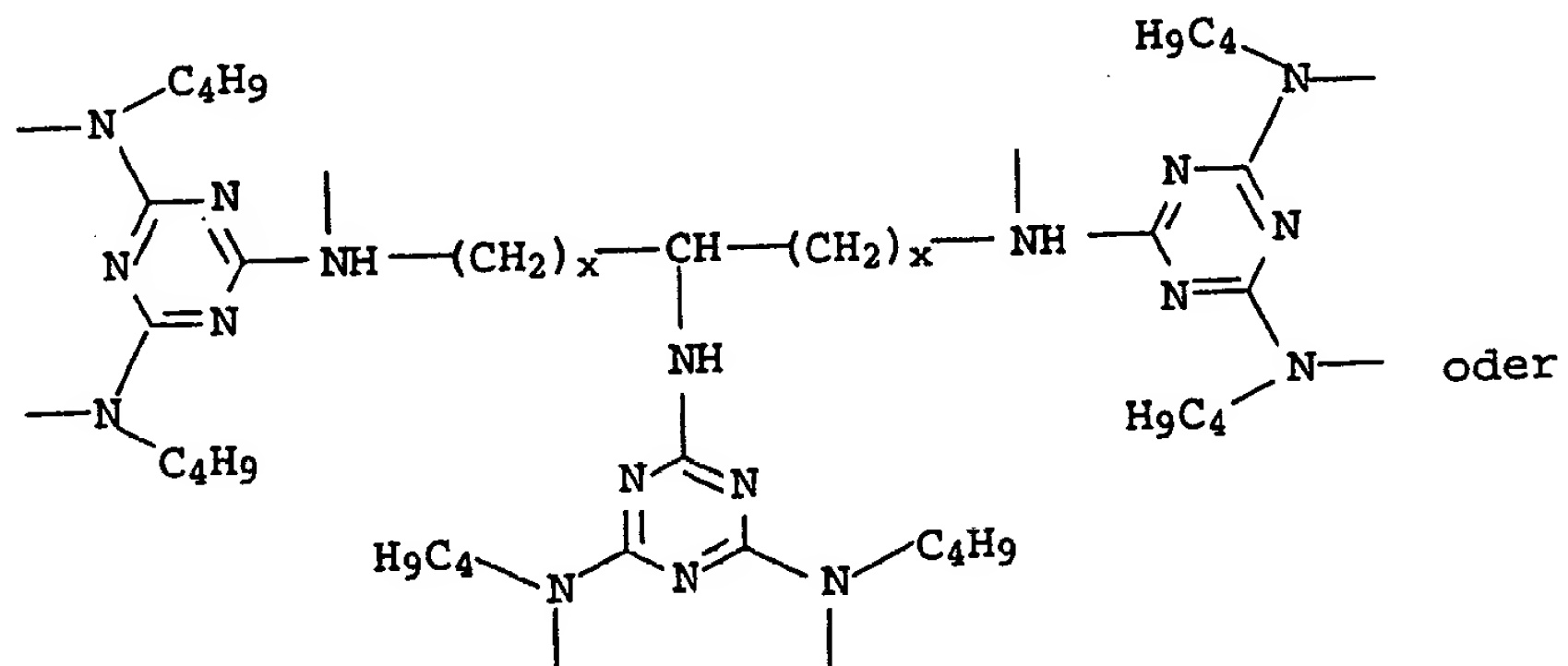
20

25

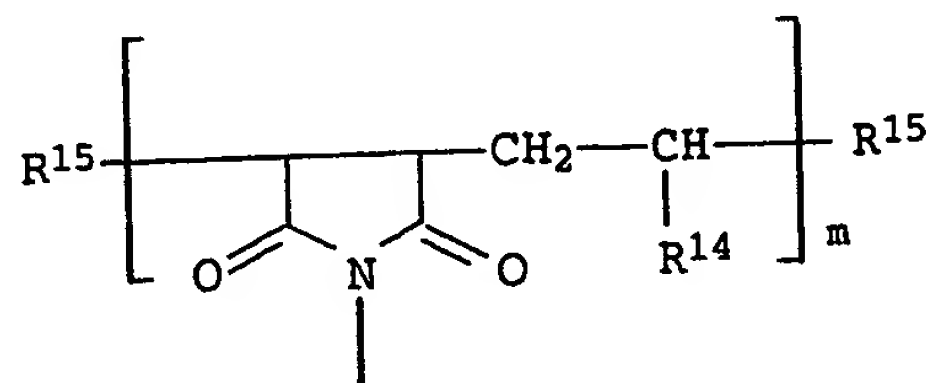


30

35



40



ist,

45

wobei

$R^{11}$   $C_1$ - $C_{12}$ -Alkyl oder  $-(CH_2)_z-COOR^{10}$

5  $R^{12}$  Wasserstoff oder  $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl,

$R^{13}$   $C_1$ - $C_{18}$ -Alkyl, Vinyl oder Isopropenyl,

$R^{14}$   $C_8$ - $C_{22}$ -Alkyl,

10

$R^{15}$  Wasserstoff oder einen organischen Rest, wie er bei der radikalischen Polymerisation der Ausgangsmonomeren (A) üblicherweise entsteht,

15  $k$  0 oder 1,

$x$  1 bis 12 und

$n$  eine gerade Zahl  $m$

20

bedeuten.

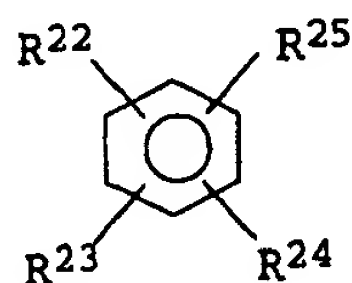
8. Stoffmischungen nach den Ansprüchen 1 bis 7, welche als Komponente (ii) mindestens eine Eisenverbindung enthalten aus der Gruppe der

25

- a) Eisencarbonyle und Carbonylferrate,
- b) metallorganischen Eisencarbonylverbindungen,
- c) unsubstituierten und substituierten Ferrocen-Verbindungen
- 30 d) Eisenverbindungen mit Liganden, welche als Donoratome alleine oder in Mischung Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel oder Phosphor enthalten,
- e) Eisenhalogenid- und Eisenpseudohalogenid-Verbindungen.

35 9. Stoffmischungen nach den Ansprüchen 1 bis 8, welche als zusätzliche Komponente (C) mindestens eine aromatische Nitroverbindung der Formel (III)

40



(III)

enthalten, worin

45



R<sup>22</sup>, R<sup>23</sup>, R<sup>24</sup> und R<sup>25</sup> unabhängig voneinander jeweils Wasserstoff, C<sub>1</sub>-C<sub>6</sub>-Alkyl, Halogen oder einen Rest der Formel CN, SCN, NCO, OH, NO<sub>2</sub>, COOH, CHO, SO<sub>2</sub>H oder SO<sub>3</sub>H bedeuten,

5

mit der Maßgabe, daß mindestens einer der Reste R<sup>22</sup>, R<sup>23</sup>, R<sup>24</sup> und R<sup>25</sup> eine Nitrogruppe ist, und der aromatische Ring zusätzlich noch benzoanelliert sein kann.

10 10. Stoffmischungen nach den Ansprüchen 1 bis 9, welche als zusätzliche Komponente (D) einen oder mehrere Costabilisatoren aus der Gruppe der aromatischen Nitrosoverbindungen, Phenothiazine, Chinone, Hydrochinone und deren Ether, Phenole und deren Ether, Hydroxylamine und Phenylendiamine enthalten.

15

11. Verfahren zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) gemäß den Ansprüchen 1, 4 oder 5 während deren Reinigung oder Destillation, dadurch gekennzeichnet, daß man den vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) vor oder während der Reinigung oder Destillation eine Mischung (B), gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls Costabilisatoren (D), gemäß den Ansprüchen 1, 2, 3, 6 bis 10 in einer wirksamen Mengen zusetzt.

25

12. Verfahren zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) gemäß den Ansprüchen 1, 4 oder 5 während deren Reinigung oder Destillation, dadurch gekennzeichnet, daß man den vinylgruppenhaltigen Verbindungen (A) vor der Reinigung oder Destillation die Komponenten der Mischung (B) sowie gegebenenfalls Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls Costabilisatoren (D) gemäß den Ansprüchen 1, 2, 3, 6 bis 10 einzeln in jeweils wirksamer Menge zusetzt.

35

13. Verfahren nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß man die Komponenten der Mischung (B) sowie gegebenenfalls Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls Costabilisatoren (D) an räumlich unterschiedlichen Stellen zusetzt.

40

14. Verwendung von Mischung (B), gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls Costabilisatoren (D), nach den Ansprüchen 1, 2, 3, 6 bis 10 zur Inhibierung der vorzeitigen Polymerisation von radikalisch polymerisierbaren Verbindungen.

45

15. Verwendung von Mischung (B) gegebenenfalls in Mischung mit Nitroverbindungen (C) und/oder gegebenenfalls Costabilisatoren (D) nach den Ansprüchen 1, 2, 3, 6 bis 10 zur Stabilisierung organischer Materialien gegen die schädigende Wirkung von Radikalen.

10

15

20

25

30

35

40

45

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat Application No  
PCT/EP 97/06651A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 C07C7/20 C07B63/04 C07C15/46

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 C07C C07B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| A          | EP 0 581 737 A (CIBA GEIGY AG) 2 February 1994                                     | 1-15                  |
| A          | DE 18 05 301 A (PENNSALT CHEMICALS CORP.)<br>26 June 1969                          | 1-15                  |
| A          | DE 30 43 164 A (TECHNICON INSTR) 6 August 1981                                     | 1-15                  |

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 March 1998

Date of mailing of the international search report

17.04.98

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Janus, S

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Intern. Application No

PCT/EP 97/06651

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member(s) | Publication<br>date |
|---|---------------------|----------------------------|---------------------|
| EP 0581737 A                              | 02-02-94            | US 5254760 A               | 19-10-93            |
|   |                     | AU 4425093 A               | 03-02-94            |
|   |                     | BR 9303023 A               | 15-03-94            |
|   |                     | CA 2101359 A               | 30-01-94            |
|   |                     | CN 1084155 A               | 23-03-94            |
|   |                     | DE 69310044 D              | 28-05-97            |
|   |                     | DE 69310044 T              | 20-11-97            |
|   |                     | ES 2101995 T               | 16-07-97            |
|   |                     | JP 6166636 A               | 14-06-94            |
|   |                     | MX 9304506 A               | 31-01-94            |
| DE 1805301 A                              | 26-06-69            | BE 723181 A                | 30-04-69            |
|   |                     | FR 1591288 A               | 27-04-70            |
|   |                     | GB 1236452 A               | 23-06-71            |
|   |                     | NL 6815823 A               | 09-05-69            |
|   |                     | US 3875234 A               | 01-04-75            |
|   |                     | US 3576877 A               | 27-04-71            |
| DE 3043164 A                              | 06-08-81            | US 4376839 A               | 15-03-83            |
|   |                     | CA 1198539 A               | 24-12-85            |
|   |                     | FR 2474047 A               | 24-07-81            |
|   |                     | GB 2067577 A,B             | 30-07-81            |
|   |                     | JP 1582541 C               | 11-10-90            |
|   |                     | JP 2008632 B               | 26-02-90            |
|   |                     | JP 56104956 A              | 21-08-81            |
|   |                     | US 4463117 A               | 31-07-84            |

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 C07C7/20 C07B63/04 C07C15/46

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 6 C07C C07B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie <sup>a</sup> | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|--|--------------------|
| A                      | EP 0 581 737 A (CIBA GEIGY AG) 2. Februar 1994<br>---  | 1-15               |
| A                      | DE 18 05 301 A (PENNSALT CHEMICALS CORP.)<br>26. Juni 1969<br>---                                  | 1-15               |
| A                      | DE 30 43 164 A (TECHNICON INSTR) 6. August 1981<br>-----   | 1-15               |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

<sup>a</sup> Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. März 1998

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17. 04. 98

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Janus, S

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| EP 0581737 A                                       | 02-02-94                      | US 5254760 A                      | 19-10-93                      |
|  |                               | AU 4425093 A                      | 03-02-94                      |
|  |                               | BR 9303023 A                      | 15-03-94                      |
|  |                               | CA 2101359 A                      | 30-01-94                      |
|  |                               | CN 1084155 A                      | 23-03-94                      |
|  |                               | DE 69310044 D                     | 28-05-97                      |
|  |                               | DE 69310044 T                     | 20-11-97                      |
|  |                               | ES 2101995 T                      | 16-07-97                      |
|  |                               | JP 6166636 A                      | 14-06-94                      |
|  |                               | MX 9304506 A                      | 31-01-94                      |
|  |                               |                                   |                               |
| DE 1805301 A                                       | 26-06-69                      | BE 723181 A                       | 30-04-69                      |
|  |                               | FR 1591288 A                      | 27-04-70                      |
|  |                               | GB 1236452 A                      | 23-06-71                      |
|  |                               | NL 6815823 A                      | 09-05-69                      |
|  |                               | US 3875234 A                      | 01-04-75                      |
|  |                               | US 3576877 A                      | 27-04-71                      |
|  |                               |                                   |                               |
| DE 3043164 A                                       | 06-08-81                      | US 4376839 A                      | 15-03-83                      |
|  |                               | CA 1198539 A                      | 24-12-85                      |
|  |                               | FR 2474047 A                      | 24-07-81                      |
|  |                               | GB 2067577 A,B                    | 30-07-81                      |
|  |                               | JP 1582541 C                      | 11-10-90                      |
|  |                               | JP 2008632 B                      | 26-02-90                      |
|  |                               | JP 56104956 A                     | 21-08-81                      |
|  |                               | US 4463117 A                      | 31-07-84                      |
|  |                               |                                   |                               |